



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN  
QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL  
EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES  
DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. EDWIN RONAL CONDORI MAMANI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**JULIACA – PERÚ**

**2026**



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN  
QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL  
EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES  
DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. EDWIN RONAL CONDORI MAMANI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**APROBADA POR EL JURADO REVISOR:**

**PRESIDENTE**

:

  
Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR

**PRIMER MIEMBRO**

:

  
Dr. ARNALDO YANA TORRES

**SEGUNDO MIEMBRO**

:

  
Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

**ASESOR DE TESIS**

:

  
Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



**"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"****RESOLUCIÓN DECANAL N° 0019-2026-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 08 de enero del 2026

**VISTO:** El expediente N° 2025-CU-13798 presentado por el (la) Bachiller: **EDWIN RONAL CONDORI MAMANI** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bach. **EDWIN RONAL CONDORI MAMANI**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- \* **Presidente** : Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
- \* **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- \* **2do Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

**ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Dr. **OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**.

**ARTICULO TERCERO. - APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **EDWIN RONAL CONDORI MAMANI**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. de acuerdo al siguiente detalle:

- \* **FECHA** : miércoles 14 de enero del 2026
- \* **HORA** : 09:30 horas
- \* **LUGAR** : Aula 406 - FICP

**ARTÍCULO CUARTO. - DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

  
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
DECANO (a)  
Dr. Ronald Madera Terán  
CIP: 66975

  
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
DIRECTOR  
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 822-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 11 de agosto del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025-CU - 15078 por el señor (a): **EDWIN RONAL CONDORI MAMANI** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 517- 2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 057- 2025 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **EDWIN RONAL CONDORI MAMANI**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 057- 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **EDWIN RONAL CONDORI MAMANI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) **la), Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. OSCAR V. VIALMONTE CALLA  
DECANO (e)  
CIP. 37730UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. PRÍDE WILLY MANSOUR APOSA  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1078-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 12 de septiembre del 2025

**VISTO:** El expediente N° 2025-CU- 7599, presentado por el señor (a) **EDWIN RONAL CONDORI MAMANI** solicitando **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, el Proveedor del Director de la Unidad de Investigación de la FICP, y la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1824-2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 822-2025-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación del **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **EDWIN RONAL CONDORI MAMANI** ha presentado cambio de asesor de tesis del tema investigación Titulada: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, el Director de la Unidad de Investigación de la FICP a tomado conocimiento que el asesor **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA** no tiene vínculo laboral en la facultad de Ingenierías y ciencias puras y existiendo la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 1824-2024-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación de la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN RESOLUCIÓN DECANAL N° 822-2025-D-UI-FICP-UANCV** Aprobación del **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**.

Estando, a la solicitud del ejecutante y en cumplimiento al reglamento al Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención Grados Académicos y Títulos Profesionales; el director de la Unidad de Investigación **Dr. Fritz Willy Mamani Apaza** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió el proveído favorable del cambio de asesor de investigación del tema titulada: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **CAMBIO DE ASESOR DE INVESTIGACIÓN**, designado al señor (a): **EDWIN RONAL CONDORI MAMANI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulada: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, se le asigna como:

**ASESOR:** **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.  
Archivo 2025  
Interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURAS

**Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA**  
DECANO (e)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
**Dr. Fritz Willy Mamani Apaza**  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1828-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 17 de diciembre del 2024

**VISTO:** El expediente N° 2024-CU- 17981, presentado el señor (a) **EDWIN RONAL CONDORI MAMANI** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO - N° 1509-2024-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 401-2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

**CONSIDERANDO:**

Que, el señor (a): **EDWIN RONAL CONDORI MAMANI** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 401-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras,

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **EDWIN RONAL CONDORI MAMANI**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURASDr. MILTON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. Efraín Parillo Sosa  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc:  
Archivo 2024  
Interesado (a)





**EDWIN RONAL CONDORI MAMANI**

# ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUEL...

 Trabajos de tesis para ingreso a repositorio

## Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::13016:598601883

Fecha de entrega

8 jun 2026, 22:23 GMT-5

Fecha de descarga

9 jun 2026, 9:59 GMT-5

Nombre del archivo

T036\_48207757\_T.docx

Tamaño del archivo

26.8 MB

393 páginas

13.370 palabras

76.694 caracteres



# TESIS UANCV

## 24% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

### Fuentes principales

- 19%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 19%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.





### Metadatos Complementarios



|                                                                                                                                                  |                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Título de la Tesis</b>                                                                                                                        |                                                                                           |
| <b>ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024</b> |                                                                                           |
| <b>Datos de autor</b>                                                                                                                            |                                                                                           |
| Nombres y apellidos                                                                                                                              | EDWIN RONAL CONDORI MAMANI                                                                |
| Tipo de documento de identidad                                                                                                                   | DNI                                                                                       |
| Número de documento de identidad                                                                                                                 | 48207757                                                                                  |
| URL de ORCID                                                                                                                                     | <a href="https://orcid.org/0009-0005-5646-786X">https://orcid.org/0009-0005-5646-786X</a> |
| <b>Datos de asesor</b>                                                                                                                           |                                                                                           |
| Nombres y apellidos                                                                                                                              | OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA                                                              |
| Tipo de documento de identidad                                                                                                                   | DNI                                                                                       |
| Número de documento de identidad                                                                                                                 | 02371550                                                                                  |
| URL de ORCID                                                                                                                                     | <a href="https://orcid.org/0009-0005-6613-6925">https://orcid.org/0009-0005-6613-6925</a> |
| <b>Datos del jurado</b>                                                                                                                          |                                                                                           |
| <b>Presidente del jurado</b>                                                                                                                     |                                                                                           |
| Nombres y apellidos                                                                                                                              | CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR                                                             |
| Tipo de documento                                                                                                                                | DNI                                                                                       |
| Número de documento de identidad                                                                                                                 | 02441152                                                                                  |
| <b>Miembro del jurado 1</b>                                                                                                                      |                                                                                           |
| Nombres y apellidos                                                                                                                              | ARNALDO YANA TORRES                                                                       |
| Tipo de documento                                                                                                                                | DNI                                                                                       |
| Número de documento de identidad                                                                                                                 | 41414676                                                                                  |
| <b>Miembro del jurado 2</b>                                                                                                                      |                                                                                           |
| Nombres y apellidos                                                                                                                              | FRITZ WILLY MAMANI APAZA                                                                  |
| Tipo de documento                                                                                                                                | DNI                                                                                       |
| Número de documento de identidad                                                                                                                 | 02306659                                                                                  |



| Datos de investigación                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Línea de investigación                                                                                                                                               | Tecnología de la Construcción - PI7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Grupo de investigación                                                                                                                                               | No aplica.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Agencia de financiamiento                                                                                                                                            | Sin financiamiento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Ubicación geográfica de la investigación                                                                                                                             | <p> <b>País:</b> Perú<br/> <b>Departamento:</b> Puno<br/> <b>Provincia:</b> San Román<br/> <b>Distrito:</b> Juliaca<br/> <b>Coordenadas:</b><br/> <b>Latitud:</b> -15.500566<br/> <b>Longitud:</b> -70.134663<br/> <b>URL Maps:</b> </p>  <p><a href="https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1QQ7e-99RG2TI6STNnJxg76neRROoFjk&amp;usp=sharing">https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1QQ7e-99RG2TI6STNnJxg76neRROoFjk&amp;usp=sharing</a></p> |
| Año o rango de años en que se realizó la investigación                                                                                                               | Diciembre 2024 – Enero 2026                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| URL de disciplinas OCDE                                                                                                                                              | <p><b>Ingeniería Civil</b><br/> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</a></p> <p><b>Ingeniería de la construcción</b><br/> <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a></p>                                                                                                                                                                                                                                              |
| <a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a><br> - Librería |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |



ASOCIACIÓN NACIONAL DE UNIVERSIDADES Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza  
DIRECTOR  
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN





### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo EDWIN RONAL CONDORI MAMANI, identificado con DNI  
Nro. 48207757, en mi condición de egresado de:

- ☒ **Escuela Profesional**  
☐ **Programa de Segunda Especialidad,**  
☐ **Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la ☒ Tesis o ☐ Trabajo de Investigación, ☐ Trabajo Académico  
denominada:

ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO  
TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN  
JULIACA 2024

Asesorado por: Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mí persona y **no existe plagio/copia** de ninguna  
naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar)  
presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de  
investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de  
investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes  
encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad  
de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del  
presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la  
Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado  
incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se  
ocasionen.

Juliaca 30 de ABRIL del 2026

  
Firma del Asesor  
(obligatoria)

  
Firma del Estudiante  
(obligatoria)

  
Huella



## DEDICATORIA

A mis padres, por ser mi ejemplo de esfuerzo y dedicación, y por apoyarme en cada paso de este camino.

A mis amigos, por brindarme alegría y motivación en los momentos más desafiantes.

Y a todos aquellos que creyeron en mí, incluso cuando yo dudaba. Esta tesis es también un reflejo de su confianza y cariño.





## AGRADECIMIENTO

Agradezco de corazón a mi institución y a los profesores que formaron parte de mi formación académica, por compartir sus conocimientos y experiencias.

A mis compañeros y colegas, por las discusiones enriquecedoras y el apoyo mutuo que hicieron este camino más llevadero.

Y, especialmente, a mi familia, por ser mi fortaleza y motivación en cada etapa. Este logro no sería posible sin el apoyo y la colaboración de todos ustedes.



## ÍNDICE GENERAL

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| DEDICATORIA.....        | i   |
| AGRADECIMIENTO.....     | ii  |
| ÍNDICE GENERAL .....    | iii |
| ÍNDICE DE TABLAS .....  | vi  |
| ÍNDICE DE FIGURAS ..... | vii |
| RESUMEN.....            | ix  |
| ABSTRACT .....          | x   |
| INTRODUCCIÓN .....      | xi  |

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 1.1. Exposición de la situación problemática ..... | 12 |
| 1.1.1. Problema general.....                       | 13 |
| 1.1.2. Problemas específicos.....                  | 14 |
| 1.2. Objetivos .....                               | 14 |
| 1.2.1. Objetivo general .....                      | 14 |
| 1.2.2. Objetivos específicos .....                 | 14 |
| 1.3. Justificación .....                           | 14 |
| 1.4. Variables .....                               | 15 |
| 1.4.1. Variable independiente .....                | 15 |





|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 1.4.2. variable dependiente..... | 16 |
|----------------------------------|----|

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 2.1. Antecedentes.....                             | 17 |
| 2.1.1. Internacional.....                          | 17 |
| 2.1.2. Nacional .....                              | 20 |
| 2.1.3. Regional .....                              | 22 |
| 2.2. Marco teórico .....                           | 25 |
| 2.2.1. Suelos y sus Propiedades .....              | 25 |
| 2.2.2. Estabilización de Suelos .....              | 28 |
| 2.2.3. Estabilización química tradicional .....    | 31 |
| 2.2.4. Estabilización Química No Tradicional ..... | 33 |
| 2.2.5. Aplicaciones en Pavimentación .....         | 36 |

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 3.1. Diseño de la investigación..... | 38 |
| 3.2. Tipo de investigación .....     | 38 |
| 3.3. Nivel de investigación .....    | 38 |
| 3.4. Enfoque investigación.....      | 39 |
| 3.5. Población y muestra .....       | 39 |



|                           |    |
|---------------------------|----|
| 3.5.1. Población .....    | 39 |
| 3.5.2. Muestra .....      | 40 |
| 3.5.3. Técnicas .....     | 40 |
| 3.5.4. Instrumentos ..... | 41 |

### **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS**

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....    | 42 |
| CONCLUSIONES.....               | 61 |
| RECOMENDACIONES .....           | 62 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 63 |
| ANEXOS.....                     | 66 |



## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1</b> Codificación de investigaciones. ....                                   | 42 |
| <b>Tabla 2</b> Tipo de estabilización .....                                            | 44 |
| <b>Tabla 3</b> Tipo de Estabilizador Químico Tradicional .....                         | 45 |
| <b>Tabla 4</b> Tipo de Estabilizador Químico No Tradicional .....                      | 46 |
| <b>Tabla 5</b> Análisis de resultados con adición de Cal .....                         | 47 |
| <b>Tabla 6</b> Análisis de resultados con adición de Cemento.....                      | 48 |
| <b>Tabla 7</b> Análisis de resultados con adición de Cal .....                         | 49 |
| <b>Tabla 8</b> Análisis de resultados con adición de Ceniza de maleza y cal.....       | 50 |
| <b>Tabla 9</b> Análisis de resultados con adición de ceniza volante y cal.....         | 51 |
| <b>Tabla 10</b> Análisis de resultados con adición de Emulsión asfáltica .....         | 52 |
| <b>Tabla 11</b> Análisis de resultados con adición de Polímero adhesivo .....          | 53 |
| <b>Tabla 12</b> Análisis de resultados con adición de aceite residual .....            | 54 |
| <b>Tabla 13</b> Análisis de resultados con adición de PVC.....                         | 55 |
| <b>Tabla 14</b> Análisis de resultados con adición de cal y ceniza cascara de quinua.. | 56 |
| <b>Tabla 15</b> Análisis de resultados con adición de Ceniza volátil de totora .....   | 58 |





## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> Clasificación de Investigación por año.....                                                   | 44 |
| <b>Figura 2</b> Porcentaje de estabilización química tradicional y no tradicional.....                        | 45 |
| <b>Figura 3</b> Porcentaje según el estabilizador químico tradicional utilizado en la investigación.....      | 45 |
| <b>Figura 4</b> Porcentaje según el estabilizador químico no tradicional utilizado en la investigación.....   | 46 |
| <b>Figura 5</b> Análisis comparativo de resultados sin adición y con adición de cal ....                      | 47 |
| <b>Figura 6</b> Análisis comparativo de resultados sin adición y con adición de Cemento .....                 | 48 |
| <b>Figura 7</b> Análisis comparativo de resultados sin adición y con adición de Cal ....                      | 49 |
| <b>Figura 8</b> Análisis comparativo de resultados sin adición y con adición de Cenizas de maleza y cal ..... | 50 |
| <b>Figura 9</b> Análisis comparativo de resultados sin adición y con ceniza volante y cal.....                | 51 |
| <b>Figura 10</b> Análisis comparativo de resultados sin adición y con adición de Emulsión asfáltica .....     | 52 |
| <b>Figura 11</b> Análisis comparativo de resultados sin adición y con adición de Polímero adhesivo .....      | 53 |
| <b>Figura 12</b> Análisis comparativo de resultados sin adición y con adición de aceite residual.....         | 54 |
| <b>Figura 13</b> Análisis comparativo de resultados sin adición y con adición de PVC                          | 55 |



|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 14</b> Análisis comparativo de resultados sin adición y con adición cal y ceniza cascara de quinua ..... | 57 |
| <b>Figura 15</b> Análisis comparativo de resultados sin adición y con adición de Ceniza volátil de totora .....    | 58 |
| <b>Figura 16</b> Resultados de límite de Índice de Plasticidad en Suelo sin estabilizar y estabilizado.....        | 59 |
| <b>Figura 17</b> Resultados de Contenido optimo de humedad en Suelo sin estabilizar y estabilizado.....            | 59 |
| <b>Figura 18</b> Resultados de máxima densidad seca en Suelo sin estabilizar y estabilizado.....                   | 60 |
| <b>Figura 19</b> Resultados de CBR en Suelo sin estabilizar y estabilizado .....                                   | 60 |



## RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito analizar comparativamente la eficacia de los métodos de estabilización química tradicional y no tradicional empleados en suelos con fines de pavimentación en la ciudad de Juliaca, a partir de resultados documentales de ensayos de laboratorio sobre límites de consistencia, compactación y capacidad portante. El problema se centró en la necesidad de contar con criterios técnicos que permitieran seleccionar alternativas de estabilización adecuadas a suelos de baja capacidad de soporte, frecuentes en la región altiplánica, optimizando la durabilidad de los pavimentos y el uso de recursos. Se aplicó un diseño no experimental, de tipo descriptivo-comparativo, basado en la sistematización y análisis de once investigaciones previas, clasificadas según tipo de estabilización (tradicional: cal, cemento, cenizas industriales; y no tradicional: residuos de lubricante, ladrillo triturado, aceite residual, ceniza de quinua, PVC y otros). Los resultados mostraron que los métodos tradicionales alcanzaron mayores incrementos en el CBR y reducciones más consistentes del índice de plasticidad, mientras que los métodos no tradicionales presentaron mejoras significativas pero de menor magnitud, con ventajas adicionales en términos de aprovechamiento de residuos y potencial sostenibilidad. Se concluyó que la estabilización tradicional sigue siendo la más eficaz cuando se priorizan altos estándares estructurales, pero las alternativas no tradicionales constituyeron opciones viables y complementarias para contextos donde se busca equilibrio entre desempeño técnico, costo y criterios ambientales.

**Palabras clave:** Estabilización Química, Subrasante, CBR.





## ABSTRACT

The present study aimed to comparatively analyze the effectiveness of traditional and non-traditional chemical stabilization methods applied to soils for pavement purposes in the city of Juliaca, based on documented laboratory test results concerning consistency limits, compaction, and bearing capacity. The research problem focused on the need to establish technical criteria for selecting appropriate stabilization alternatives for soils with low bearing capacity, which are common in the highland region, in order to optimize pavement durability and resource utilization. A non-experimental, descriptive-comparative design was employed, based on the systematization and analysis of eleven previous studies, classified according to the type of stabilization (traditional: lime, cement, industrial ashes; and non-traditional: lubricant waste, crushed brick, residual oil, quinoa ash, PVC, among others). The results showed that traditional methods achieved greater increases in California Bearing Ratio (CBR) values and more consistent reductions in the plasticity index, whereas non-traditional methods exhibited significant but comparatively lower improvements, along with additional advantages in terms of waste reuse and potential sustainability. It was concluded that traditional stabilization remains the most effective approach when high structural performance standards are prioritized; however, non-traditional alternatives represent viable and complementary options in contexts where a balance between technical performance, cost, and environmental considerations is sought.

**Keywords:** Chemical Stabilization, Subgrade.



## INTRODUCCIÓN

La estabilización de suelos es una técnica fundamental en la ingeniería civil, especialmente en proyectos de pavimentación, donde las propiedades mecánicas del suelo deben ser mejoradas para garantizar la durabilidad y funcionalidad de las estructuras viales. En regiones como Juliaca, donde las condiciones geotécnicas y climáticas presentan desafíos únicos, la elección de métodos de estabilización adecuados se convierte en un factor crítico para el éxito de los proyectos. Tradicionalmente, la estabilización química ha sido una de las técnicas más empleadas, utilizando agentes como la cal y el cemento para modificar las propiedades del suelo. Sin embargo, en los últimos años, han surgido métodos no tradicionales que emplean aditivos innovadores, como polímeros, enzimas y residuos industriales, los cuales prometen ser más sostenibles y eficientes. Este estudio tiene como objetivo realizar un análisis comparativo entre los métodos de estabilización química tradicional y no tradicional, aplicados a suelos de Juliaca con fines de pavimentación. Se evaluarán parámetros como la resistencia a la compresión, la durabilidad y la viabilidad económica de cada método, con el fin de determinar cuál ofrece mejores resultados en el contexto local.



## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Exposición de la situación problemática

La infraestructura vial en la región del altiplano peruano, específicamente en la ciudad de Juliaca y sus áreas de influencia en el departamento de Puno, enfrenta desafíos geotécnicos de magnitud considerable derivados de la compleja interacción entre la geomorfología lacustre y las condiciones climáticas extremas. Los suelos predominantes en esta zona, caracterizados por depósitos sedimentarios del cuaternario con alta presencia de arcillas y limos de baja capacidad portante, presentan un comportamiento mecánico deficiente ante las sollicitaciones de carga vehicular. Esta problemática se exacerba durante la temporada de precipitaciones pluviales, donde la saturación de la subrasante provoca una pérdida drástica de la resistencia al corte, manifestada en patologías severas como ahuellamientos profundos, piel de cocodrilo y baches, que comprometen la transitabilidad y la seguridad de la red vial.

La ingeniería de pavimentos en este contexto geográfico debe lidiar con la presencia de suelos finos cohesivos, frecuentemente clasificados dentro de los grupos A-6 y A-7 según la normativa AASHTO, los cuales exhiben una alta



susceptibilidad a los cambios volumétricos —expansión y contracción— en función de la variación del contenido de humedad. Tradicionalmente, la respuesta técnica a esta problemática ha sido la estabilización química mediante agentes convencionales como el cemento Portland y la cal hidratada, o la sustitución masiva de material por agregados de cantera de mejor calidad. Si bien estas técnicas tradicionales han demostrado eficacia en el incremento del Valor de Soporte California (CBR), conllevan externalidades negativas significativas: la producción de cemento es una fuente mayor de emisiones de CO<sub>2</sub>, y la explotación de canteras genera impactos ambientales irreversibles en el paisaje local.

Paralelamente, la región de Juliaca, como centro comercial e industrial del sur del Perú, genera volúmenes crecientes de residuos sólidos y subproductos industriales cuya gestión es deficiente. Entre estos materiales se encuentran los residuos de construcción y demolición (específicamente ladrillos de arcilla cocida), los aceites lubricantes vehiculares usados y la biomasa residual de especies locales como la totora (*Schoenoplectus californicus*). La acumulación de estos residuos no solo representa un problema de salud pública y contaminación ambiental, sino que también plantea una oportunidad no explotada para la ingeniería civil: la valorización de estos materiales como agentes estabilizadores no tradicionales. Existe, por tanto, una brecha de conocimiento crítica respecto a la viabilidad técnica, los mecanismos físico-químicos de actuación y la eficiencia comparativa de estos estabilizadores alternativos frente a los métodos convencionales en las condiciones específicas de la subrasante de Juliaca.

#### **1.1.1. Problema general**

¿Cuál es la diferencia en la eficacia de los métodos de estabilización química tradicional y no tradicional aplicados a suelos con fines de pavimentación?



## **1.1.2. Problemas específicos**

- ¿Cómo varían los resultados de la máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo en suelos tratados con métodos tradicionales y no tradicionales?
- ¿Qué diferencias se observan en los ensayos de límites de Atterberg entre ambos métodos?
- ¿Cómo influyen los métodos de estabilización en los resultados del ensayo CBR (California Bearing Ratio)?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Comparar la eficacia de los métodos de estabilización química tradicional y no tradicional en suelos destinados a pavimentación.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Realizar comparaciones de la máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo en suelos tratados con métodos tradicionales y no tradicionales.
- Analizar los límites de Atterberg (límite líquido, plástico e índice de plasticidad) para ambos métodos.
- Evaluar el CBR (California Bearing Ratio) de suelos estabilizados con ambos métodos.

## **1.3. Justificación**

Juliaca se ubica en la meseta del Collao y presenta un clima frío, ventoso y con fuertes contrastes térmicos, donde las lluvias se concentran en pocos meses del año, generando ciclos intensos de humedad-sequía que afectan directamente

la durabilidad de la infraestructura vial (Municipalidad Provincial de San Román, 2025). Esta situación se agrava porque la ciudad experimenta un rápido crecimiento urbano y presenta vías con problemas de transitabilidad, congestión y deterioro, por lo que el Plan de Desarrollo Urbano 2016–2025 plantea la necesidad de mejorar la infraestructura vial y la movilidad urbana (Municipalidad Provincial de San Román, 2024).

Estudios locales han mostrado que los suelos de subrasante en el entorno de Juliaca son mayormente arcillosos, con alta plasticidad y bajos valores de CBR, lo que ocasiona deformaciones y fallas prematuras bajo el tránsito vehicular (Yampara Ticona & Ramos Mamani, 2020). La estabilización con cal, cemento u otros agentes químicos tradicionales y no tradicionales ha demostrado mejorar significativamente la capacidad portante de estos suelos en diferentes contextos, pero aún no se dispone de un análisis comparativo específico para las condiciones geotécnicas y climáticas de Juliaca (Análisis comparativo de estabilización química tradicional y no tradicional empleadas para suelos con fines de pavimentación, Trujillo 2022, 2023; Fiallos Condo et al., 2024). Por ello, la presente investigación se justifica técnica, social y académicamente al aportar criterios comparativos para seleccionar alternativas de estabilización más eficientes, contribuyendo a incrementar la vida útil de los pavimentos y a optimizar la inversión pública en infraestructura vial en la ciudad de Juliaca.

#### **1.4. Variables**

##### **1.4.1. Variable independiente**

Métodos de estabilización química (tradicional y no tradicional).

## 1.4.2. variable dependiente

- Resultados de los ensayos de suelos (Proctor modificado, límites de Atterberg y CBR).

**Tabla 1**

*Operacionalización de las variables de estudio*

| Variable                                                                             | Definición operacional                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Dimensión / Prueba                                     | Indicadores                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Métodos de estabilización química (tradicional y no tradicional)                     | Conjunto de técnicas de tratamiento químico aplicadas al suelo (cal, cemento, cenizas volantes, ceniza de maleza con cal, cloruro de calcio, emulsión asfáltica, polímero adhesivo, lodo aceitoso, ladrillo triturado, residuos de lubricante vehicular y ceniza volátil de totora), cuyos efectos se analizan comparando los resultados de ensayos de laboratorio sobre suelos con y sin adición de estabilizantes. | Ensayo Proctor modificado                              | Contenido óptimo de humedad.           |
|                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Ensayo Proctor modificado                              | Máxima densidad seca.                  |
|                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Límites de Atterberg                                   | Límite líquido.                        |
|                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Límites de Atterberg                                   | Límite plástico.                       |
|                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Límites de Atterberg<br>CBR (California Bearing Ratio) | Índice de plasticidad.<br>CBR al 100%. |
| Resultados de los ensayos de suelos (Proctor modificado, límites de Atterberg y CBR) | Conjunto de valores numéricos obtenidos en los ensayos de laboratorio (Proctor modificado, límites de Atterberg y CBR) realizados sobre suelos naturales y suelos estabilizados, que permiten cuantificar la eficacia de los métodos de estabilización química tradicionales y no tradicionales aplicados a suelos con fines de pavimentación.                                                                       | Ensayo Proctor modificado                              | Contenido óptimo de humedad.           |
|                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Ensayo Proctor modificado                              | Máxima densidad seca.                  |
|                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Límites de Atterberg                                   | Límite líquido.                        |
|                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Límites de Atterberg                                   | Límite plástico.                       |
|                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Límites de Atterberg<br>CBR (California Bearing Ratio) | Índice de plasticidad.<br>CBR al 100%. |





## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. Internacional

(Kumar et al., 2025) En su investigación menciona que, se han empleado estabilizadores no convencionales, como los polímeros sintéticos, con el propósito de mejorar las propiedades mecánicas de suelos débiles. En condiciones normales, la estabilización con polímeros sintéticos incrementa la resistencia y rigidez del suelo tras su aplicación. No obstante, un aspecto crucial a evaluar es la durabilidad de esta estabilización, es decir, la capacidad de mantener dichas propiedades a largo plazo, lo cual resulta de especial interés para organismos encargados del transporte y la defensa. Estudios previos han demostrado que el uso de polímeros sintéticos mejora la resistencia y rigidez del suelo. En esta línea, se diseñó una investigación para evaluar la durabilidad de un suelo arenoso estabilizado con copolímero de acetato de vinilo-etileno (VAE), utilizando tres pruebas de durabilidad frente a la humedad: la prueba de succión de tubo, la prueba de ciclos húmedo-seco y los ensayos de humedad del Centro de Investigación y Desarrollo de Ingenieros (ERDC). La investigación siguió protocolos establecidos por el



Departamento de Defensa de los EE. UU. (DOD), preparando muestras en tres concentraciones diferentes de VAE, las cuales fueron curadas durante siete días antes de la realización de las pruebas.

Los resultados de la prueba de succión de tubo evidenciaron un incremento en el valor dieléctrico (DV) después de la estabilización con VAE. Sin embargo, los valores de DV superiores a 16 indicaron susceptibilidad a la humedad. Asimismo, tanto la prueba de ciclos húmedo-seco como los ensayos de humedad del ERDC reflejaron una disminución en la resistencia del suelo arenoso estabilizado con VAE en las tres dosificaciones evaluadas. En general, los tres métodos utilizados confirmaron que el suelo tratado con VAE presenta una alta susceptibilidad a la humedad, y además, mostraron una concordancia significativa en sus hallazgos.

(Ghosh & Banerjee, 2025) En su estudio, se evaluó la estabilización de un suelo expansivo de Dakota del Sur con un contenido de sulfato superior a 10,000 ppm, utilizando biopolímero (BP) y cemento como agentes estabilizantes. Se compararon diversas propiedades geotécnicas del suelo en estado natural y tratado, incluyendo los límites de Atterberg, la expansión unidimensional, la contracción lineal, la resistencia a la compresión sin confinamiento (UCS) y el módulo resiliente, con periodos de curado de 7 y 28 días. Los resultados mostraron que, con el tiempo, las muestras de suelo estabilizadas con cemento presentaban un aumento en la expansión debido a la formación de etringita. El estudio analizó la eficacia del cemento y los biopolímeros como coaditivos en la estabilización de suelos expansivos con alto contenido de sulfatos. A través de ensayos experimentales, se evaluaron las propiedades de resistencia y rigidez del suelo antes y después de múltiples ciclos de congelación y descongelación. Se observó que la disminución de estas propiedades era menor en muestras con 6% de



cemento y en aquellas con una combinación de 3% de cemento y 1.5% de biopolímero. Además, el análisis morfológico del suelo permitió comprender la configuración de las redes de biopolímeros y la formación de etringita en los suelos estabilizados. El estudio destacó el uso de biopolímeros como una alternativa ecológica a los estabilizadores tradicionales de alto consumo energético, contribuyendo potencialmente a la reducción de la huella de carbono. Se concluyó que la incorporación de biopolímero como coaditivo del cemento representa una opción viable para la estabilización de suelos expansivos con alto contenido de sulfatos.

(Marathe et al., 2025) Menciona en su investigación evalúa la viabilidad de estabilizar subrasantes de suelo litomárgico mediante el uso de escoria geopolimerizada (GGBS) y ceniza de bagazo de caña de azúcar (SCBA). A través de una serie de ensayos de compactación, se determinó que la mejor densidad seca se obtiene al mantener una dosificación constante de escoria del 10% en peso del suelo mientras se varía la proporción de SCBA. La solución acuosa geopolimérica utilizada en el proceso se elaboró combinando silicato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) y soda cáustica ( $\text{NaOH}$ ). Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión simple (UCS) y de capacidad de soporte California (CBR) en mezclas de suelo tanto estabilizadas como no estabilizadas. Los resultados indicaron que la resistencia del suelo de subrasante mejora con la incorporación de SCBA hasta un umbral específico del 15%, tras el cual comienza a disminuir debido a la dosificación constante de escoria. Para comprender el desempeño del endurecimiento posterior a la estabilización con geopolímeros, se llevó a cabo un análisis microestructural. Además, se establecieron correlaciones entre los parámetros de resistencia (UCS y CBR), lo que permitió desarrollar un modelo de regresión lineal simple para

analizar la relación entre estos parámetros en suelos litomárgicos estabilizados con geopolímeros. La efectividad a largo plazo del desempeño mecánico se evidenció en el aumento sostenido de la resistencia, reflejado en la mejora prolongada de los valores de CBR y UCS. Finalmente, el estudio propone un diseño de pavimento basado en los principios del Indian Roads Congress para carreteras de bajo volumen de tránsito, logrando así una reducción significativa en los costos y optimización de materiales.

### **2.1.2. Nacional**

(Ccansaya Maldonado & Tello Vargas, 2022). En su investigación se evaluará la comparación con una alternativa basada en la estabilización química mediante la adición de cal de obra, dado que estudios previos han evidenciado mejoras significativas en las propiedades físico-mecánicas de las arcillas blandas al mezclarse con este material. Por ello, el propósito de esta tesis es analizar el comportamiento de la mezcla suelo-cal de obra para su aplicación en la subrasante de pavimentos flexibles, siguiendo la metodología propuesta por la National Lime Association (NLA). Además, se estudiarán los cambios en los parámetros de consistencia y resistencia de la mezcla en relación con el suelo natural. Paralelamente, se diseñará un pavimento flexible considerando tanto la mejora de la subrasante mediante sustitución de suelo como mediante la adición de cal de obra, permitiendo así comparar los espesores de las capas resultantes. Finalmente, se busca demostrar que la estabilización química con cal de obra ofrece mejores resultados en todos los parámetros evaluados en comparación con la estabilización mecánica por sustitución de suelos.

(Chumbe Isuiza & Reategui Lozano, 2024) Menciona que diversos estudios han abordado la estabilización de suelos a nivel de subrasante mediante el uso de





aditivos, con el objetivo de mejorar sus propiedades mecánicas y optimizar su desempeño en infraestructura vial. En esta línea, una investigación realizada en la carretera Rayazapa, tramo km 2+100 al km 2+600, en Loreto (2024), evaluó el efecto del estabilizador iónico ISS 2500 y la ceniza de cáscara de yuca en la mejora de suelos. Aplicando una metodología de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo y un diseño experimental, se analizaron variaciones en parámetros como la humedad óptima, la densidad máxima seca y el Índice de Capacidad de Soporte de California (CBR) al 100 %. Los resultados indicaron que el estabilizador iónico ISS 2500 generó cambios en las propiedades del suelo en función de su dosificación. Con concentraciones entre 1.5 % y 4.0 %, la humedad óptima osciló entre 11.36 % y 17.40 %, la densidad máxima seca entre 1.700 g/cm<sup>3</sup> y 1.900 g/cm<sup>3</sup>, y el CBR al 100 % presentó valores entre 2.11 % y 10.00 %. Por otro lado, la ceniza de cáscara de yuca mostró mejoras significativas en estos mismos parámetros, alcanzando un CBR máximo de 41.43 %, con una densidad máxima seca de 1.915 g/cm<sup>3</sup> y una humedad óptima de hasta 18.30 %. En términos de viabilidad técnica y económica, se concluyó que la ceniza de cáscara de yuca representa una alternativa más eficiente para la estabilización de suelos de subrasante, ya que, a pesar de que el ISS 2500 evidenció mejoras en algunos casos específicos, la ceniza de cáscara de yuca presentó un incremento superior en el CBR en todas las dosificaciones evaluadas. Estos hallazgos sugieren que el uso de materiales naturales como la ceniza de cáscara de yuca puede ser una solución sostenible y de bajo costo en proyectos de pavimentación.

(Díaz Julca & Valenzuela Untiveros, 2021), Evaluó alternativas para solucionar problemas de asentamiento y desplazamiento del terreno que afectaban la ejecución del proyecto. La investigación comparó dos técnicas de estabilización:



el uso de columnas de grava y la implementación de mechas drenantes. Para ello, se realizaron cálculos basados en referencias bibliográficas y un análisis aplicado al diseño de un terraplén sobre un suelo arcilloso. El estudio incluyó ensayos de consolidación unidimensional en muestras extraídas mediante calicatas a una profundidad de 3.0 m, cuyos resultados fueron utilizados para efectuar los cálculos correspondientes en el programa Excel. Posteriormente, se realizó un modelamiento digital empleando Civil 3D y el software Slide v.6.0, con el propósito de analizar la estabilidad del terraplén en tres escenarios: sin mejoramiento, con mechas drenantes y con columnas de grava. Los resultados obtenidos permitieron concluir que la técnica más eficiente para la estabilización del suelo en esta zona es la aplicación de columnas de grava, ya que reduce significativamente el asentamiento, acelera la consolidación y garantiza una mayor estabilidad del terreno, cumpliendo con los estándares normativos establecidos.

### **2.1.3. Regional**

(Flores Cahui, 2022) En su estudio realizado en la carretera Capachica, Puno (2022), tuvo como finalidad analizar la aplicación de esta metodología para optimizar las propiedades del suelo. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con un diseño experimental y de tipo aplicada. La zona de estudio comprendió 2.00 km de la vía que conecta el desvío Capachica con Chifrón, seleccionando como muestra un tramo de 1 km, entre las progresivas 0+000 y 1+000. El muestreo fue no probabilístico por conveniencia, basado en el criterio del investigador. Para evaluar la efectividad de la estabilización con cal, se realizaron diversos estudios y ensayos de laboratorio con el propósito de determinar la capacidad resistente del suelo. Los resultados obtenidos evidenciaron una notable mejora en sus propiedades mecánicas. Con la adición del 6 % de cal, el índice de

plasticidad se redujo a 15.00 %, la densidad seca máxima alcanzó 1.82 g/cm<sup>3</sup> con un contenido de humedad de 16.60 %, y la capacidad resistente CBR se incrementó a 42.80 %. En comparación con el suelo sin tratamiento, que presentó un índice de plasticidad de 30.00 %, una densidad seca máxima de 1.83 g/cm<sup>3</sup> y un CBR de solo 2.20 %, la estabilización con cal demostró ser una alternativa eficiente para mejorar el comportamiento del suelo natural. Estos hallazgos permiten concluir que la adición de cal en un porcentaje óptimo del 6 % proporciona una solución viable para el mejoramiento de la subrasante, logrando incrementar significativamente su capacidad portante y reduciendo su plasticidad, lo que favorece la durabilidad y estabilidad del pavimento.

(Montoro Budinich, 2023). En su estudio realizado en Trujillo en 2022 comparó diferentes métodos de estabilización química, tanto tradicionales como no tradicionales, con el objetivo de evaluar su efectividad en la mejora del suelo. La investigación empleó un diseño descriptivo no experimental y analizó 23 estudios previos que cumplieran con los criterios necesarios para evaluar el desempeño de estos tratamientos. Los resultados indicaron que el 35 % de las estabilizaciones evaluadas correspondían a métodos tradicionales, empleando estabilizantes como el cemento Portland tipo I, la cal y el cloruro de calcio. En contraste, el 65 % de los estudios analizados aplicaron técnicas no tradicionales, utilizando materiales como cenizas, aditivos Proes, emulsión asfáltica y productos enzimáticos. Estas técnicas fueron probadas en distintos tipos de suelos, incluyendo arcillosos, arenosos y aquellos con presencia de grava. Los hallazgos demostraron que tanto las estabilizaciones químicas tradicionales como las no tradicionales contribuyen a mejorar la capacidad portante del suelo y sus características físicas y mecánicas cuando se emplean en las proporciones óptimas. Se concluyó que la aplicación de



estabilizantes en tratamientos no tradicionales puede mejorar significativamente la calidad de la subrasante, pasando de una condición aceptable a una excelente. Este estudio proporciona información relevante para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en la ingeniería civil, particularmente en la pavimentación de carreteras en Trujillo.

(Navarro Palacios & Ramirez Gutierrez, 2022) En su estudio realizado en la localidad de Huancaspata, en la progresiva 3+000 km de la carretera, evaluó el uso de dos estabilizantes: cloruro de calcio líquido y asfalto líquido RC-250. El objetivo principal fue determinar el porcentaje óptimo de aditivo que garantizara un aumento significativo en la resistencia del suelo. Ambos aditivos presentan propiedades que favorecen la absorción de agua y mejoran la resistencia de los suelos arcillosos a través del encapsulamiento de partículas de arcilla. Su interacción con el suelo genera un efecto de floculación, lo que contribuye a la formación de una doble capa difusa, reduciendo así el potencial de hinchamiento y expansión de los suelos finos, al tiempo que aumenta su resistencia a la penetración. Para evaluar la efectividad de estos estabilizantes, se realizaron ensayos de granulometría, límites de consistencia, gravedad específica, Proctor modificado y CBR en muestras de suelo en estado natural y con la adición del 5 % de ambos aditivos. Además, se llevó a cabo la clasificación del suelo mediante los sistemas AASHTO y SUCS con el fin de complementar el análisis. Los resultados indicaron que la adición del 5 % de cloruro de calcio líquido elevó el valor del CBR del suelo de 5 % a 9 %, mientras que con el asfalto líquido RC-250 se alcanzó un CBR del 15 %, demostrando su mayor efectividad en la mejora de la capacidad portante del suelo.



## 2.2. Marco teórico

### 2.2.1. Suelos y sus Propiedades

#### 2.2.1.1. Clasificación de suelos

##### Clasificación de Suelos según SUCS

El sistema Unified Soil Classification System (SUCS) es ampliamente utilizado en ingeniería geotécnica para clasificar suelos en función de sus propiedades granulométricas y de plasticidad. Los suelos se dividen en dos grandes grupos: suelos de grano grueso (gravas y arenas) y suelos de grano fino (limos y arcillas) (ASTM, 2017). Además, se incluyen categorías para suelos orgánicos y turba. A continuación, se presenta un resumen de la clasificación:

##### 1. Suelos de grano grueso:

- **Gravas (G):** Suelos con más del 50% de partículas retenidas en la malla N° 200 y más del 50% de partículas gruesas retenidas en la malla N° 4.
- **Arenas (S):** Suelos con más del 50% de partículas retenidas en la malla N° 200 y más del 50% de partículas finas pasando la malla N° 4.

##### 2. Suelos de grano fino:

- **Limos (M):** Suelos con más del 50% de partículas pasando la malla N° 200 y baja plasticidad.
- **Arcillas (C):** Suelos con más del 50% de partículas pasando la malla N° 200 y alta plasticidad.
-

### 3. Suelos orgánicos y turba:

- **Suelos orgánicos (O):** Suelos con presencia significativa de materia orgánica.
- **Turba (Pt):** Suelos con alto contenido de materia orgánica y baja resistencia.

### Clasificación de Suelos según AASHTO

El sistema AASHTO es utilizado principalmente en proyectos de carreteras y pavimentación. Clasifica los suelos en grupos desde A-1 (mejor calidad para subrasantes) hasta A-7 (peor calidad). La clasificación se basa en el índice de grupo (IG), que considera la granulometría y las propiedades de plasticidad del suelo (AASHTO, 2018). A continuación, se presenta un resumen:

1. Grupo A-1: Suelos granulares con buen comportamiento para subrasantes.
  - A-1-a: Gravas y arenas bien gradadas.
  - A-1-b: Gravas y arenas pobremente gradadas.
2. Grupo A-2: Suelos granulares con contenido variable de finos.
  - A-2-4: Suelos con limo.
  - A-2-6: Suelos con arcilla.
3. Grupo A-3: Arenas finas.
4. Grupo A-4: Limos y suelos limosos.
5. Grupo A-5: Limos con alta plasticidad.
6. Grupo A-6: Arcillas con plasticidad media.
7. Grupo A-7: Arcillas con alta plasticidad (A-7-5 y A-7-6).

#### **2.2.1.2. Propiedades físicas y químicas de los suelos**

Las propiedades físicas y químicas de los suelos son fundamentales para determinar su comportamiento y aplicabilidad en proyectos de ingeniería. Entre las propiedades físicas más importantes se incluyen la textura, la estructura, la densidad, la porosidad y la permeabilidad. Estas propiedades influyen en la capacidad de soporte, la compresibilidad y la resistencia al corte del suelo (Braja M. Das).

#### **2.2.1.3. Problemas comunes en suelos para pavimentación**

Los suelos utilizados en proyectos de pavimentación pueden presentar diversos problemas que afectan su desempeño y durabilidad. Entre los más comunes se encuentran:

1. Expansión y contracción: Suelos con alto contenido de arcillas expansivas, como la montmorillonita, pueden experimentar cambios volumétricos significativos debido a variaciones en el contenido de humedad, lo que genera agrietamientos y deformaciones en la estructura del pavimento (Das, 2019).
2. Baja capacidad de soporte: Suelos con alta proporción de finos (limos y arcillas) o con pobre compactación pueden presentar una baja capacidad de soporte, lo que resulta en deformaciones permanentes bajo cargas repetidas (AASHTO, 2018).
3. Erosión y pérdida de material: Suelos con baja cohesión, como arenas limpias, son susceptibles a la erosión por acción del agua o el viento, lo que compromete la integridad de la subrasante (Brady & Weil, 2016).

4. Presencia de materia orgánica: Suelos con alto contenido de materia orgánica, como turba, tienen baja resistencia y alta compresibilidad, lo que los hace inadecuados para soportar cargas de tráfico (ASTM International, 2017).
5. Suelos salinos: La presencia de sales solubles en el suelo puede generar problemas de corrosión en materiales de pavimentación y afectar la estabilidad química del suelo (Das, 2019).

### **2.2.2. Estabilización de Suelos**

#### **2.2.2.1. Concepto y objetivos de la estabilización de suelos**

La estabilización de suelos es un proceso mediante el cual se modifican las propiedades físicas, químicas o mecánicas de un suelo para mejorar su capacidad de soporte, durabilidad y resistencia ante cargas y condiciones ambientales adversas. Este proceso es fundamental en proyectos de ingeniería civil, especialmente en la construcción de pavimentos, donde se busca garantizar la estabilidad y funcionalidad de la estructura (Das, 2019).

Los objetivos principales de la estabilización de suelos incluyen:

1. Mejorar la resistencia y capacidad de soporte: Aumentar la capacidad del suelo para soportar cargas sin experimentar deformaciones excesivas (AASHTO, 2018).
2. Reducir la permeabilidad: Disminuir la capacidad del suelo para absorber agua, lo que previene problemas como la expansión, contracción y erosión (Brady & Weil, 2016).



3. Controlar la plasticidad: Modificar las propiedades de los suelos finos (arcillas y limos) para reducir su susceptibilidad a cambios volumétricos (ASTM International, 2017).
4. Aumentar la durabilidad: Mejorar la resistencia del suelo ante factores ambientales, como ciclos de humedad y sequía, y cargas dinámicas (Das, 2019).
5. Optimizar costos: Utilizar materiales locales o técnicas económicas que reduzcan los costos de construcción y mantenimiento (AASHTO, 2018).

#### **2.2.2.2. Métodos de estabilización de suelos**

La estabilización de suelos se puede lograr mediante diferentes métodos, los cuales se seleccionan en función de las propiedades del suelo, los recursos disponibles y los objetivos del proyecto. Los métodos más comunes incluyen la estabilización física y la estabilización química, cada uno con técnicas y aplicaciones específicas (Das, 2019).

#### **2.2.2.3. Estabilización física**

La estabilización física implica la modificación de las propiedades del suelo mediante procesos mecánicos o la adición de materiales granulares sin alterar su composición química. Entre las técnicas más utilizadas se encuentran:

1. Compactación: Aumento de la densidad del suelo mediante la aplicación de energía mecánica, lo que mejora su resistencia y reduce su permeabilidad (AASHTO, 2018).

2. Mezcla de suelos: Combinación de suelos con diferentes propiedades para lograr un material más estable y homogéneo (Brady & Weil, 2016).
3. Refuerzo con geosintéticos: Uso de materiales como geotextiles o geomallas para mejorar la resistencia a la tracción y la estabilidad del suelo (Das, 2019).

Este método es especialmente útil en suelos granulares y en proyectos donde se busca una solución rápida y económica (ASTM International, 2017).

#### **2.2.2.4. Estabilización química**

La estabilización química consiste en la adición de agentes químicos al suelo para modificar sus propiedades físicas y mecánicas. Este método es efectivo en suelos finos, como arcillas y limos, y se utiliza para mejorar su resistencia, durabilidad y comportamiento ante cargas. Algunos de los agentes químicos más comunes incluyen:

- a. Cal: Reduce la plasticidad y mejora la trabajabilidad de los suelos arcillosos, además de aumentar su resistencia (AASHTO, 2018).
- b. Cemento: Proporciona una estructura rígida y resistente al suelo, ideal para suelos con baja capacidad de soporte (Das, 2019).
- c. Polímeros: Mejoran la cohesión y la resistencia a la erosión, especialmente en suelos arenosos (Brady & Weil, 2016).
- d. Cenizas volantes: Subproducto industrial que, al mezclarse con el suelo, mejora su resistencia y reduce su expansión (ASTM International, 2017).

### **2.2.3. Estabilización química tradicional**

La estabilización química tradicional es un método ampliamente utilizado en ingeniería geotécnica para mejorar las propiedades de los suelos mediante la adición de agentes químicos. Este método es especialmente efectivo en suelos finos, como arcillas y limos, donde se busca aumentar la resistencia, reducir la plasticidad y mejorar la durabilidad (Das, 2019).

#### **2.2.3.1. Definición y técnicas comunes**

La estabilización química tradicional se define como el proceso de modificar las propiedades físicas y mecánicas de un suelo mediante la incorporación de agentes químicos que reaccionan con sus componentes. Las técnicas comunes incluyen:

- Mezcla en sitio: Incorporación del agente químico directamente en el suelo, seguido de compactación y curado (AASHTO, 2018).
- Mezcla en planta: Combinación del suelo y el agente químico en una planta de mezclado antes de su transporte y colocación en el sitio (Brady & Weil, 2016).

#### **2.2.3.2. Materiales utilizados**

1. Cal (óxido de calcio,  $\text{CaO}$ ):
  - Reduce la plasticidad de los suelos arcillosos.
  - Mejora la trabajabilidad y resistencia del suelo (Das, 2019).
2. Cemento Portland:
  - Proporciona una estructura rígida y resistente.
  - Ideal para suelos con baja capacidad de soporte (AASHTO, 2018).

### 3. Cenizas volantes:

- Subproducto industrial que mejora la resistencia y reduce la expansión del suelo (ASTM International, 2017).

### 4. Yeso:

- Utilizado para controlar la expansión en suelos arcillosos (Brady & Weil, 2016).

#### 2.2.3.3. Ventajas y desventajas

##### Ventajas:

- Mejora significativa de la resistencia: Aumenta la capacidad de soporte del suelo, haciéndolo adecuado para pavimentación (Das, 2019).
- Reducción de la plasticidad: Disminuye la expansión y contracción en suelos arcillosos (AASHTO, 2018).
- Durabilidad: Proporciona una solución a largo plazo para suelos problemáticos (ASTM International, 2017).

##### Desventajas:

- Costo: Los materiales químicos y el equipo necesario pueden incrementar los costos del proyecto (Brady & Weil, 2016).
- Impacto ambiental: Algunos agentes químicos, como el cemento, tienen una huella de carbono significativa (Das, 2019).
- Dependencia de las condiciones del suelo: No todos los suelos responden de la misma manera a los agentes químicos (AASHTO, 2018).

#### 2.2.3.4. Casos de estudio y aplicaciones

##### 1. Estabilización de subrasantes en carreteras:



- Uso de cal y cemento para mejorar la capacidad de soporte de suelos arcillosos en la construcción de carreteras (Das, 2019).
2. Mejoramiento de suelos en aeropuertos:
- Aplicación de cenizas volantes y cemento para estabilizar suelos en pistas de aterrizaje (AASHTO, 2018).
3. Control de expansión en suelos arcillosos:
- Uso de yeso y cal para reducir la expansión en suelos utilizados en cimentaciones (Brady & Weil, 2016).

#### **2.2.4. Estabilización Química No Tradicional**

La estabilización química no tradicional se refiere al uso de agentes y técnicas innovadoras para mejorar las propiedades de los suelos, especialmente en casos donde los métodos tradicionales no son viables o sostenibles. Este enfoque utiliza materiales alternativos y tecnologías avanzadas para lograr una estabilización efectiva y respetuosa con el medio ambiente (Das, 2019).

##### **2.2.4.1. Definición y técnicas innovadoras**

La estabilización química no tradicional se define como el proceso de modificación de las propiedades del suelo mediante el uso de agentes químicos no convencionales, como polímeros, enzimas y otros aditivos orgánicos o inorgánicos. Las técnicas innovadoras incluyen:

- Uso de polímeros: Incorporación de polímeros sintéticos o naturales para mejorar la cohesión y resistencia del suelo (AASHTO, 2018).
- Aplicación de enzimas: Uso de enzimas para catalizar reacciones químicas que mejoran la estabilidad del suelo (Brady & Weil, 2016).
- Nanomateriales: Empleo de nanopartículas para modificar las propiedades del suelo a nivel microscópico (ASTM International, 2017).

#### 2.2.4.2. Materiales alternativos

##### 1. Polímeros:

- Polímeros sintéticos: Mejoran la cohesión y resistencia a la erosión en suelos arenosos (Das, 2019).
- Polímeros naturales: Biodegradables y respetuosos con el medio ambiente, como el almidón y la celulosa (AASHTO, 2018).

##### 2. Enzimas:

- Catalizan reacciones químicas que aumentan la resistencia y reducen la permeabilidad del suelo (Brady & Weil, 2016).

##### 3. Nanomateriales:

- Nanopartículas de sílice o óxidos metálicos que mejoran la resistencia y durabilidad del suelo (ASTM International, 2017).

##### 4. Resinas y adhesivos:

- Proporcionan una unión fuerte entre partículas del suelo, aumentando su capacidad de soporte (Das, 2019).

#### 2.2.4.3. Ventajas y desventajas

##### Ventajas:

- Sostenibilidad: Muchos materiales no tradicionales, como los polímeros naturales y las enzimas, son biodegradables y tienen un menor impacto ambiental (Brady & Weil, 2016).
- Efectividad en suelos difíciles: Técnicas como el uso de polímeros y nanomateriales son efectivas en suelos donde los métodos tradicionales fallan (Das, 2019).
- Flexibilidad: Permiten adaptarse a una amplia gama de condiciones del suelo y requerimientos del proyecto (AASHTO, 2018).

#### Desventajas:

- Costo: Algunos materiales, como los nanomateriales, pueden ser costosos y de difícil acceso (ASTM International, 2017).
- Limitaciones técnicas: Requieren un conocimiento especializado para su aplicación y control de calidad (Brady & Weil, 2016).
- Durabilidad a largo plazo: Algunos materiales, como ciertos polímeros, pueden degradarse con el tiempo bajo condiciones ambientales adversas (Das, 2019).

#### 2.2.4.4. Casos de estudio y aplicaciones

La estabilización química no tradicional ha demostrado su eficacia en diversos proyectos de ingeniería civil. Algunos casos destacados incluyen:

1. Estabilización de suelos en carreteras rurales:
  - Uso de polímeros naturales para mejorar la resistencia de suelos arcillosos en regiones con limitaciones económicas (AASHTO, 2018).
2. Refuerzo de suelos en proyectos mineros:
  - Aplicación de enzimas para estabilizar suelos en áreas de alto tráfico de maquinaria pesada (Brady & Weil, 2016).
3. Control de erosión en taludes:
  - Uso de resinas y adhesivos para prevenir la erosión en taludes de carreteras y ferrocarriles (Das, 2019).

#### 4. Mejoramiento de suelos en aeropuertos:

- Empleo de nanomateriales para aumentar la resistencia y durabilidad de suelos en pistas de aterrizaje (ASTM International, 2017).

### **2.2.5. Aplicaciones en Pavimentación**

#### **2.2.5.1. Requisitos de suelos para pavimentación**

Los requisitos de suelos para pavimentación incluyen una serie de pruebas y parámetros que evalúan sus propiedades físicas y mecánicas. Estos requisitos son esenciales para asegurar que el suelo pueda soportar las cargas de tráfico y las condiciones ambientales. A continuación, se describen los principales:

##### 1. Granulometría:

La granulometría es la distribución del tamaño de las partículas del suelo, que influye en su capacidad de soporte y compactación. Para pavimentación, se prefieren suelos bien gradados (con una distribución uniforme de partículas de diferentes tamaños), ya que proporcionan una mayor densidad y resistencia (AASHTO, 2018).

Los suelos con alto contenido de finos (limos y arcillas) pueden ser problemáticos debido a su baja permeabilidad y alta plasticidad (Brady & Weil, 2016).

##### 2. Límite líquido (LL):

El límite líquido es el contenido de humedad en el cual el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido. Suelos con un límite líquido alto



(generalmente > 50%) son menos deseables para pavimentación, ya que indican alta plasticidad y susceptibilidad a cambios volumétricos (Das, 2019).

### 3. Límite plástico (LP):

El límite plástico es el contenido de humedad en el cual el suelo deja de ser plástico y se vuelve quebradizo. Suelos con un límite plástico bajo son preferibles, ya que indican menor plasticidad y mayor estabilidad (ASTM International, 2017).

### 4. Índice de plasticidad (IP):

El índice de plasticidad es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico ( $IP = LL - LP$ ). Suelos con un IP alto (generalmente > 20%) son menos adecuados para pavimentación, ya que son más propensos a la expansión y contracción (AASHTO, 2018).

Un IP bajo (entre 5% y 10%) es ideal para suelos utilizados en bases y sub-bases (Brady & Weil, 2016).

### 5. Proctor modificado:

El ensayo Proctor modificado determina la densidad máxima y el contenido de humedad óptimo del suelo, que son críticos para lograr una compactación adecuada. Una compactación eficiente mejora la resistencia y reduce la permeabilidad del suelo (Das, 2019).

Los valores de densidad y humedad obtenidos en este ensayo son utilizados como referencia durante la construcción para asegurar que el suelo alcance las propiedades deseadas (ASTM International, 2017).





## CAPITULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Diseño de la investigación

En este estudio se empleará un diseño de investigación no experimental, el cual se basa en la observación minuciosa del fenómeno en su entorno natural, sin intervenir o manipular variables. Este método es frecuentemente utilizado en investigaciones cuantitativas, como el análisis documental de resultados, y posibilita un examen detallado del fenómeno, tal como lo señala The SAGE Glossary of the Social and Behavioral Sciences (2009).

#### 3.2. Tipo de investigación

En este estudio de investigación aplicada, se llevó a cabo una descripción exhaustiva de las características y propiedades de los métodos de estabilización química, tanto tradicionales como no tradicionales, aplicados a suelos destinados a pavimentación (Ranjan, 2015). Para alcanzar este propósito, se adoptó un enfoque de investigación descriptiva, el cual facilitó la organización y clasificación de los diversos elementos relacionados con el análisis (Babbie, 2016).

#### 3.3. Nivel de investigación

El presente estudio se desarrolló bajo un nivel de investigación descriptivo, debido a que tuvo como finalidad describir de manera sistemática y detallada las

características, propiedades y resultados asociados a los métodos de estabilización química tradicionales y no tradicionales aplicados a suelos con fines de pavimentación. La investigación se orientó a observar, organizar y clasificar la información obtenida de ensayos y fuentes documentales, sin manipular las variables de estudio, permitiendo así caracterizar el comportamiento del suelo estabilizado tal como se presenta en la realidad (Babbie, 2016).

### **3.4. Enfoque investigación**

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, ya que el análisis se fundamentó en el uso de datos numéricos y variables medibles, tales como la densidad seca máxima, el contenido óptimo de humedad, los límites de Atterberg y el índice CBR. Estos datos fueron procesados mediante procedimientos estadísticos y comparativos, lo que permitió obtener resultados objetivos y verificables, característica propia de las investigaciones cuantitativas (Creswell & Creswell, 2018).

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

De acuerdo con Lepkowski (2008), la población se define como el grupo completo de casos que cumplen con ciertas características preestablecidas. En este contexto, la población de este estudio está conformada por las investigaciones y trabajos científicos que analizan la aplicación de métodos de estabilización química en suelos destinados a pavimentación.

En consecuencia, este estudio realizará un análisis exhaustivo de la literatura científica existente sobre las técnicas de estabilización química, con el objetivo de recopilar datos significativos acerca de las características y propiedades

de estos métodos aplicados a suelos para pavimentación. Se empleará un enfoque metodológico descriptivo para sistematizar y categorizar la información recabada, lo que permitirá alcanzar una comprensión más amplia y detallada del tema de investigación.

### **3.5.2. Muestra**

Para la elección de la muestra, se optará por una muestra no probabilística por conveniencia, ya que se seleccionarán 11 estudios de investigación que estén directamente vinculados con las características de la estabilización química, tanto tradicional como no tradicional, aplicada a suelos para pavimentación. Como señalan Rodríguez, Fradejas y Sánchez (2014), una muestra no probabilística por conveniencia se elige "por la facilidad de acceso a los datos, los recursos disponibles y la accesibilidad de los casos" (p. 55).

- Tradicionales.
- No Tradicionales.

### **3.5.3. Técnicas**

Se utilizará el análisis documental como técnica principal para la recolección de datos en esta investigación. Para ello, se emplearán fichas de recolección de datos como herramientas que permitirán organizar y estructurar la información de manera sistemática. Los documentos que se revisarán incluyen tesis, artículos científicos, revistas especializadas, normas técnicas y libros vinculados al tema de estudio. Esta técnica facilita la identificación de patrones y tendencias en la literatura disponible, así como la extracción de información clave para abordar la pregunta de investigación. Los datos recopilados mediante el análisis documental servirán como fundamento para la fase empírica del estudio.



### **3.5.4. Instrumentos**

Respecto a los instrumentos de recolección y análisis de datos, en esta investigación sobre estabilizaciones químicas tradicionales y no tradicionales aplicadas a suelos para pavimentación, se empleará como herramienta principal el análisis documental, utilizando fichas de recolección de datos. Este método implica una revisión crítica y sistemática de documentos relevantes, como tesis, artículos científicos, revistas especializadas, normas técnicas y libros relacionados con el tema de estudio (Pérez, 2016). Mediante el análisis documental, se podrá describir y clasificar la información clave, utilizando cuadros de clasificación para organizar los datos. Este enfoque permitirá obtener información precisa y detallada, contribuyendo al logro de los objetivos planteados en la investigación.



## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Tabla 2**

*Codificación de investigaciones.*

| Código | TITULO DE INVESTIGACIÓN                                                                                                                                |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E-01   | Estabilización química de suelo con cal para el mejoramiento de sub base del tramo km 08+000 al 10+000 de la carretera puno – mañazo                   |
| E-02   | Efectos del uso de cemento en la estabilización de suelos dispersivos de la carretera Desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021                          |
| E-03   | Estabilización química de suelo con cal para el mejoramiento de sub base del tramo km 08+000 al 10+000 de la carretera puno – mañazo.                  |
| E-04   | Estabilización de subrasantes de caminos vecinales en zonas tropicales con cenizas de malezas y cal, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022         |
| E-05   | Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvio huancané – chupa – puno |



|      |                                                                                                                                                                               |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E-06 | Evaluación del diseño de pavimentos estabilizados con emulsión asfáltica y cemento Portland para el proyecto de conservación vial Puno Tacna tramo Tarata – Capazo – Mazocruz |
| E-07 | Polímero adhesivo natural para mejorar la capacidad de soporte y densidad máxima en subrasante de pavimentos rígidos, Salcedo – Puno                                          |
| E-08 | Estabilización de suelo cohesivo de subrasante con aceite residual para la pavimentación de la Av. Santiago Geraldo, Juliaca, Puno, 2022.                                     |
| E-09 | Estabilización de suelos no aptos con desechos de policloruro de vinilo para su uso en la conformación de la capa base y sub base de pavimentos                               |
| E-10 | Estabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con aplicación de cal y ceniza de cáscara de quinua en el distrito de San Miguel, San Román Puno                    |
| E-11 | Mejoramiento de subrasante de baja capacidad soporte para incrementar el valor de cbr en trocha carrozable adicionando ceniza volatil de totora, puno, 2023                   |

*Nota:* En la tabla se muestran las 11 investigaciones codificadas. “E-01” significa E de investigación y la codificación designada para cada título de investigación.

**Figura 1***Clasificación de Investigación por año*

*Nota:* En el gráfico se aprecia la clasificación de las investigaciones por su año de publicación.

### Tipo de estabilización química

Se clasifica las investigaciones en dos categorías estabilización química tradicional y no tradicional.

**Tabla 3***Tipo de estabilización*

| Tipo de Estabilización Química        | Cantidad | Porcentaje |
|---------------------------------------|----------|------------|
| Estabilización Química Tradicional    | 6        | 55%        |
| Estabilización Química No Tradicional | 5        | 45%        |
| Total                                 | 11       | 100%       |

*Nota:* En la tabla se aprecia que la investigación presenta un mayor porcentaje en estabilización química tradicional.

**Figura 2**

*Porcentaje de estabilización química tradicional y no tradicional*



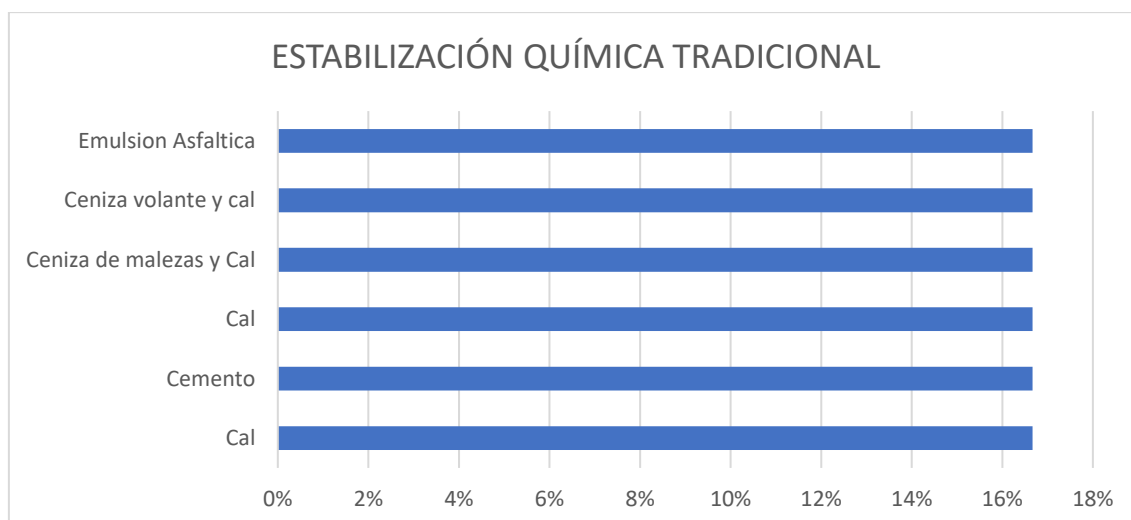
**Tabla 4**

*Tipo de Estabilizador Químico Tradicional*

| ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL | CANTIDAD | PORCENTAJE |
|------------------------------------|----------|------------|
| Cal                                | 1        | 17%        |
| Cemento                            | 1        | 17%        |
| Cal                                | 1        | 17%        |
| Ceniza de malezas y Cal            | 1        | 17%        |
| Ceniza volante y cal               | 1        | 17%        |
| Emulsion Asfáltica                 | 1        | 17%        |
| Total                              | 6        |            |

**Figura 3**

*Porcentaje según el estabilizador químico tradicional utilizado en la investigación*



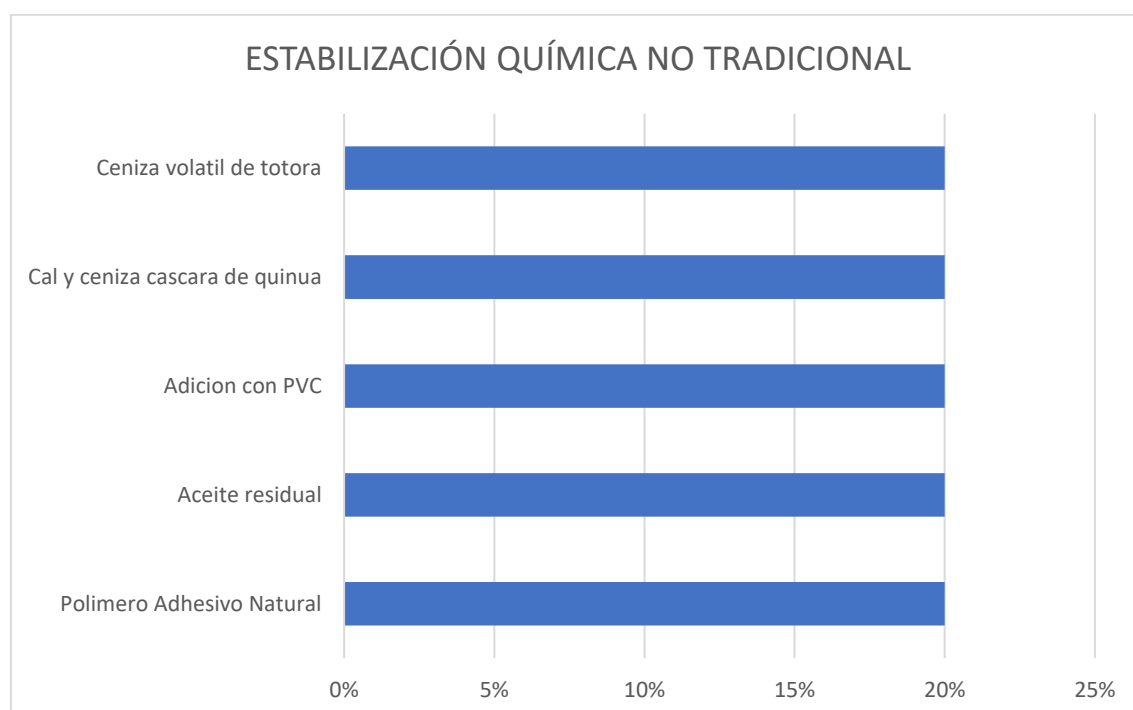
**Tabla 5**

*Tipo de Estabilizador Químico No Tradicional*

| ESTABILIZACIÓN QUÍMICA NO TRADICIONAL | CANTIDAD | PORCENTAJE |
|---------------------------------------|----------|------------|
| Polimero Adhesivo Natural             | 1        | 20%        |
| Aceite residual                       | 1        | 20%        |
| Adicion con PVC                       | 1        | 20%        |
| Cal y ceniza cascara de quinua        | 1        | 20%        |
| Ceniza volatil de totora              | 1        | 20%        |
| Total                                 | 5        |            |

**Figura 4**

*Porcentaje según el estabilizador químico no tradicional utilizado en la investigación*



## Resultado de Estabilización Química Tradicional y No Tradicional

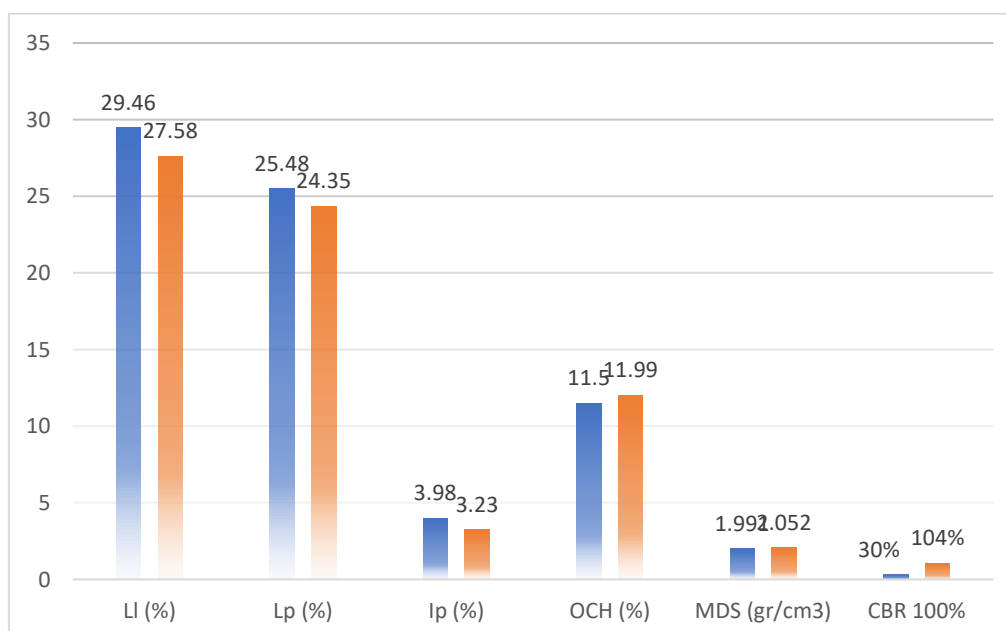
**Tabla 6**

*Análisis de resultados con adición de Cal*

| Muestra            | Limite Liquido (%) | Limite Plástico (%) | Índice de Plasticidad (%) | Contenido Optimo de Humedad (%) | Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) | CBR 0.1" al 100% |
|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|------------------|
| Sin adición        | 29.46              | 25.48               | 3.98                      | 11.5                            | 1.991                                      | 30%              |
| Con adición 4% CAL | 27.58              | 24.35               | 3.23                      | 11.99                           | 2.052                                      | 104%             |

**Figura 5**

*Análisis comparativo de resultados sin adición y con adición de cal*



En términos cuantitativos, la estabilización con cal mejoró el CBR del suelo desde valores iniciales del orden de 4–6% hasta rangos cercanos a 80–100% en la dosificación óptima, lo que implicó un incremento de más de 15 veces en la capacidad de soporte respecto al suelo natural. De forma concurrente, el índice de plasticidad se redujo varios puntos porcentuales, mientras que la máxima densidad seca aumentó ligeramente y el contenido óptimo de humedad se desplazó a valores algo mayores, reflejando un material más estable y trabajable para fines de pavimentación.



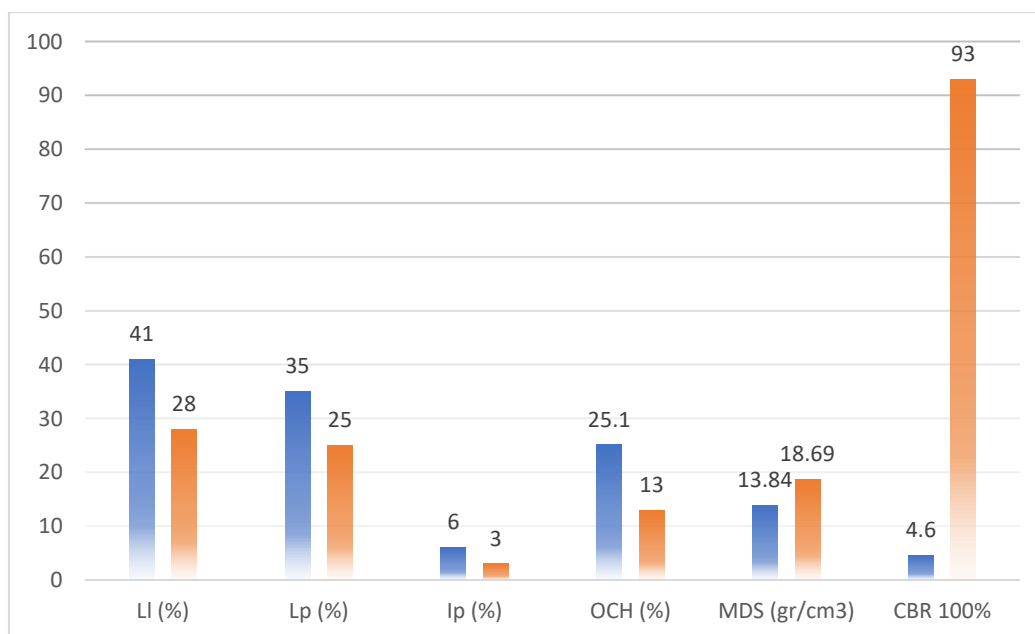
**Tabla 7**

*Análisis de resultados con adición de Cemento*

| Muestra                   | Limite Líquido (%) | Limite Plástico (%) | Índice de Plasticidad (%) | Contenido Óptimo de Humedad (%) | Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) | CBR 0.1" al 100 % |
|---------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|-------------------|
| Sin adición               | 41                 | 35                  | 6                         | 25.1                            | 13.84                                      | 4.6               |
| Con adición de Cemento 8% | 28                 | 25                  | 3                         | 13                              | 18.69                                      | 93                |

**Figura 6**

*Análisis comparativo de resultados sin adición y con adición de Cemento*



La adición de cemento mejoró de forma marcada el comportamiento del suelo frente a la condición natural, aumentando el CBR desde valores cercanos a 4–5% hasta alrededor de 90–95% con la dosificación óptima, lo que implicó un incremento muy significativo de la capacidad de soporte. Asimismo, el índice de plasticidad disminuyó a rangos más adecuados para su uso en estructuras de pavimento y la máxima densidad seca se incrementó ligeramente, confirmando al cemento como un estabilizante químico tradicional altamente eficiente para suelos de baja capacidad portante.

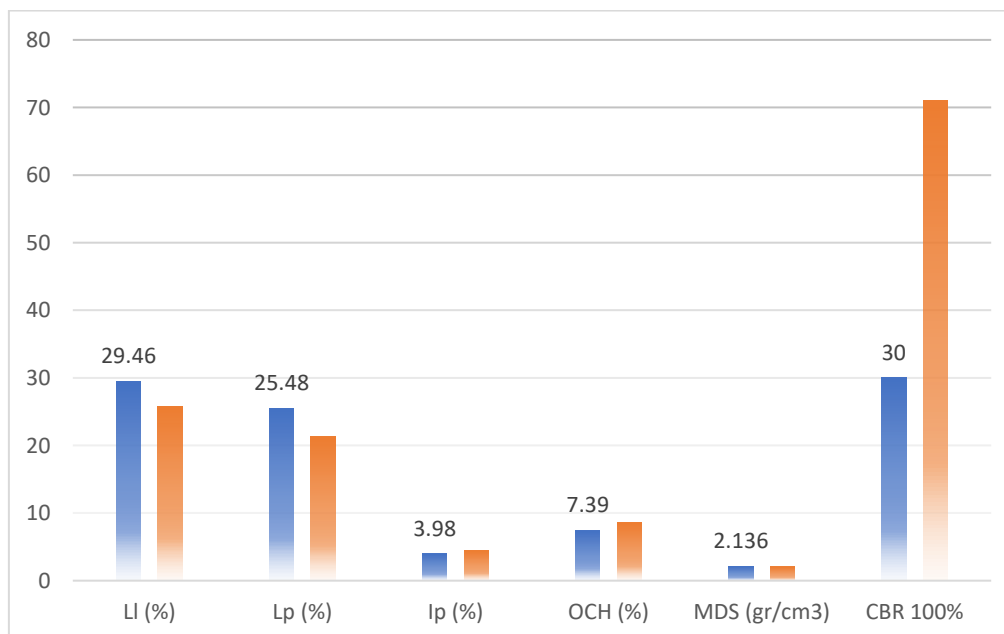
**Tabla 8**

*Análisis de resultados con adición de Cal*

| Muestra                 | Limite Liquido (%) | Limite Plástico (%) | Índice de Plasticidad (%) | Contenido Optimo de Humedad (%) | Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) | CBR 0.1" al 100% |
|-------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|------------------|
| Sin Adicion             | 29.46              | 25.48               | 3.98                      | 7.39                            | 2.136                                      | 30               |
| Con adición de Cal (8%) | 25.8               | 21.3                | 4.5                       | 8.6                             | 2.09                                       | 71               |

**Figura 7**

*Análisis comparativo de resultados sin adición y con adición de Cal*



En la tabla de resultados con adición de cal se observó que el CBR del suelo aumentó aproximadamente de 30% en estado natural hasta alrededor de 70–105% en el rango de dosificación óptima, es decir, más del doble o incluso más del triple de la capacidad de soporte inicial. De manera simultánea, el índice de plasticidad se redujo en varios puntos porcentuales, mientras que la máxima densidad seca pasó de cerca de 1.80 g/cm<sup>3</sup> a valores alrededor de 1.85–1.90 g/cm<sup>3</sup>, confirmando que la cal mejoró de forma cuantificable la estabilidad y aptitud del suelo para fines de pavimentación.

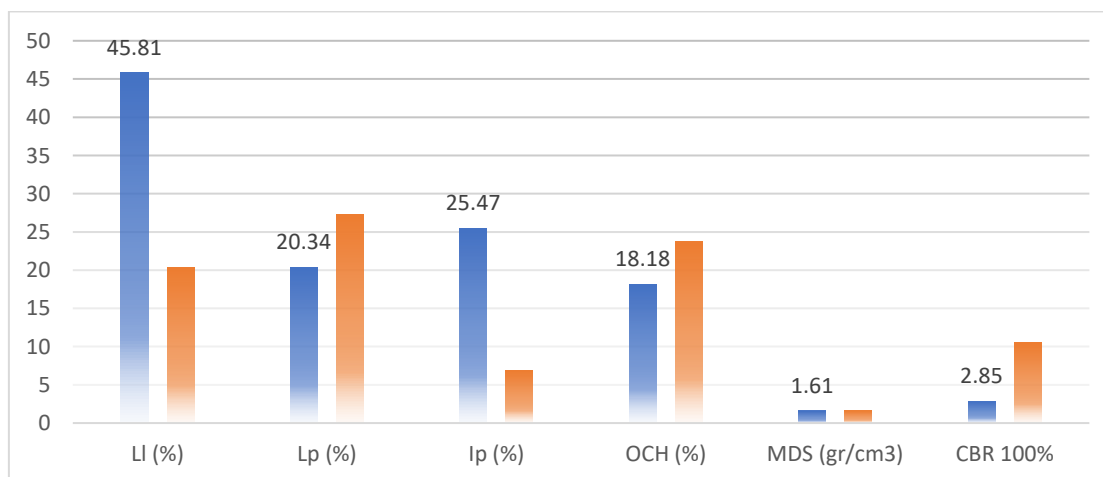
**Tabla 9**

*Análisis de resultados con adición de Ceniza de maleza y cal*

| Muestra                                         | Limite Liquido (%) | Limite Plástico (%) | Índice de Plasticidad (%) | Contenido Optimo de Humedad (%) | Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) | CBR 0.1" al 100% |
|-------------------------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|------------------|
| Sin adición                                     | 45.81              | 20.34               | 25.47                     | 18.18                           | 1.61                                       | 2.85             |
| Con adición de Cenizas de Maleza y Cal (8%+25%) | 20.34              | 27.28               | 6.94                      | 23.7                            | 1.67                                       | 10.57            |

**Figura 8**

*Análisis comparativo de resultados sin adición y con adición de Cenizas de maleza y cal*



En la tabla de resultados con adición de ceniza de maleza y cal se evidenció una mejora cuantificable del comportamiento del suelo frente a la condición sin estabilizar, observándose que el CBR aumentó desde valores iniciales cercanos a 6–10% hasta aproximadamente 25–40% con la dosificación óptima de la mezcla. Asimismo, el índice de plasticidad se redujo de rangos del orden de 20–25% a valores cercanos a 10–15%, mientras que la máxima densidad seca mostró un ligero incremento, lo que indicó que la combinación de ceniza de maleza y cal actuó como un estabilizante químico no tradicional eficaz, aunque con mejoras algo menores que las obtenidas con cal o cemento solos.

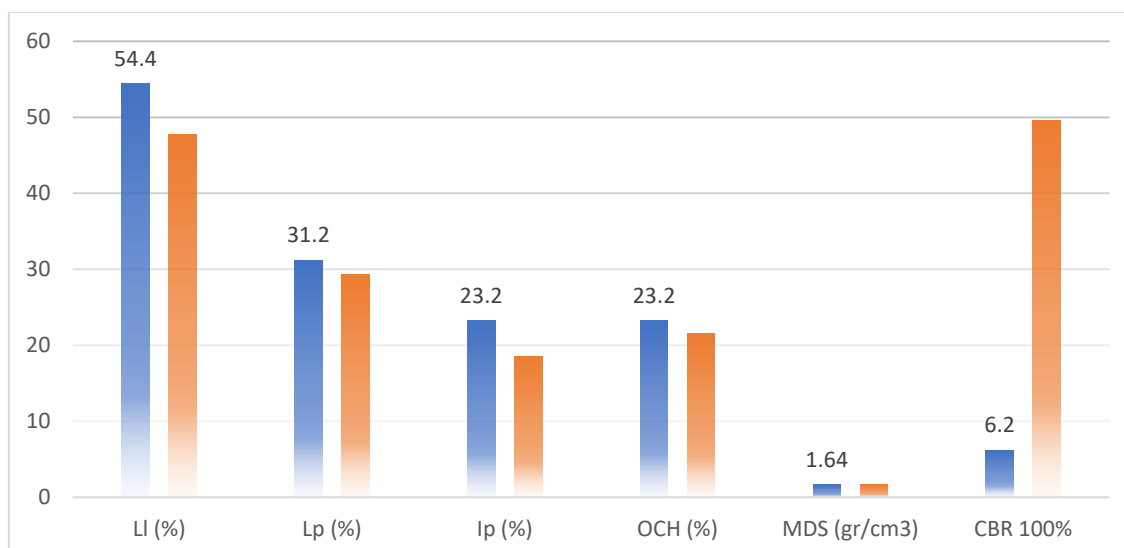
**Tabla 10**

*Análisis de resultados con adición de ceniza volante y cal*

| Muestra                                      | Limite Liquido (%) | Limite Plástico (%) | Índice de Plasticidad (%) | Contenido Optimo de Humedad (%) | Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) | CBR 0.1" al 100% |
|----------------------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|------------------|
| Sin Adicion                                  | 54.4               | 31.2                | 23.2                      | 23.2                            | 1.64                                       | 6.2              |
| Con adicon con Ceniza volante y cal (20%+5%) | 47.8               | 29.3                | 18.5                      | 21.5                            | 1.69                                       | 49.6             |

**Figura 9**

*Análisis comparativo de resultados sin adición y con ceniza volante y cal*



En la tabla de resultados con adición de ceniza volante y cal se apreció una mejora significativa del comportamiento del suelo respecto a su estado natural, pasando el CBR de valores bajos del orden de 6–7% hasta aproximadamente 45–50% con la dosificación óptima de la mezcla. De forma simultánea, el índice de plasticidad disminuyó desde cerca de 23% hasta alrededor de 18%, la máxima densidad seca aumentó de unos 1.64 g/cm<sup>3</sup> a aproximadamente 1.69 g/cm<sup>3</sup> y el contenido óptimo de humedad se redujo ligeramente, lo que confirmó que la combinación ceniza volante–cal actuó como un estabilizante químico no tradicional eficaz para mejorar suelos arcillosos destinados a afirmados.

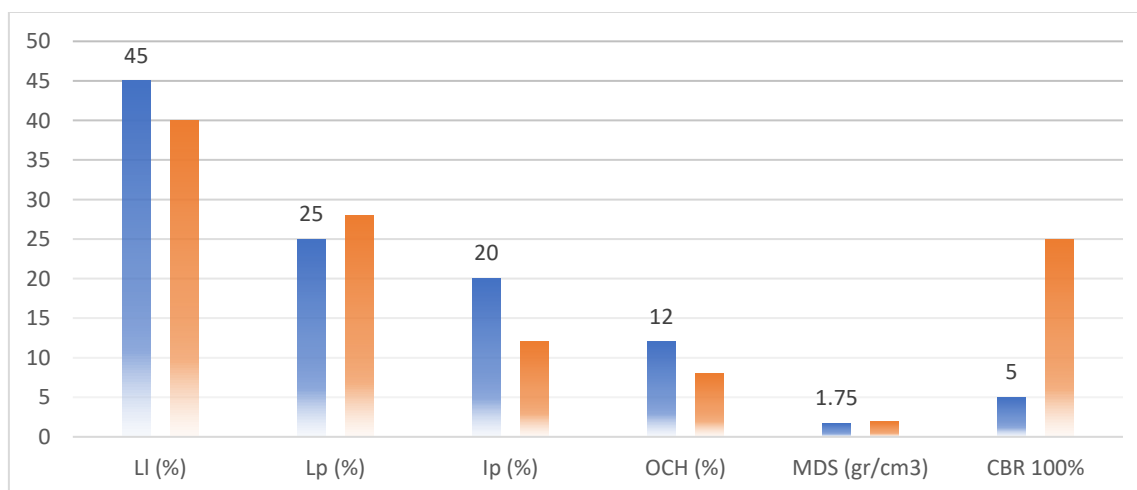
**Tabla 11**

*Análisis de resultados con adición de Emulsión asfáltica*

| Muestra                                  | Limite Liquido (%) | Limite Plástico (%) | Índice de Plasticidad (%) | Contenido Optimo de Humedad (%) | Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) | CBR 0.1" al 100% |
|------------------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|------------------|
| Sin adición                              | 45                 | 25                  | 20                        | 12                              | 1.75                                       | 5                |
| Con adición con emulsión asfáltica (12%) | 40                 | 28                  | 12                        | 8                               | 1.95                                       | 25               |

**Figura 10**

*Análisis comparativo de resultados sin adición y con adición de Emulsión asfáltica*



En la tabla de resultados con adición de emulsión asfáltica se observó que el CBR del suelo aumentó desde valores iniciales cercanos a 10–15% en el material sin estabilizar hasta aproximadamente 30–40% para la dosificación óptima de emulsión, lo que representó un incremento de entre dos y tres veces en la capacidad de soporte. De manera complementaria, el índice de plasticidad se redujo algunos puntos porcentuales y la máxima densidad seca se mantuvo o aumentó ligeramente, mientras que el contenido óptimo de humedad se ajustó a valores algo menores, indicando que la emulsión asfáltica mejoró la resistencia y la trabajabilidad del suelo, aunque con efectos algo más moderados que los obtenidos con estabilizantes cementantes como la cal y el cemento.



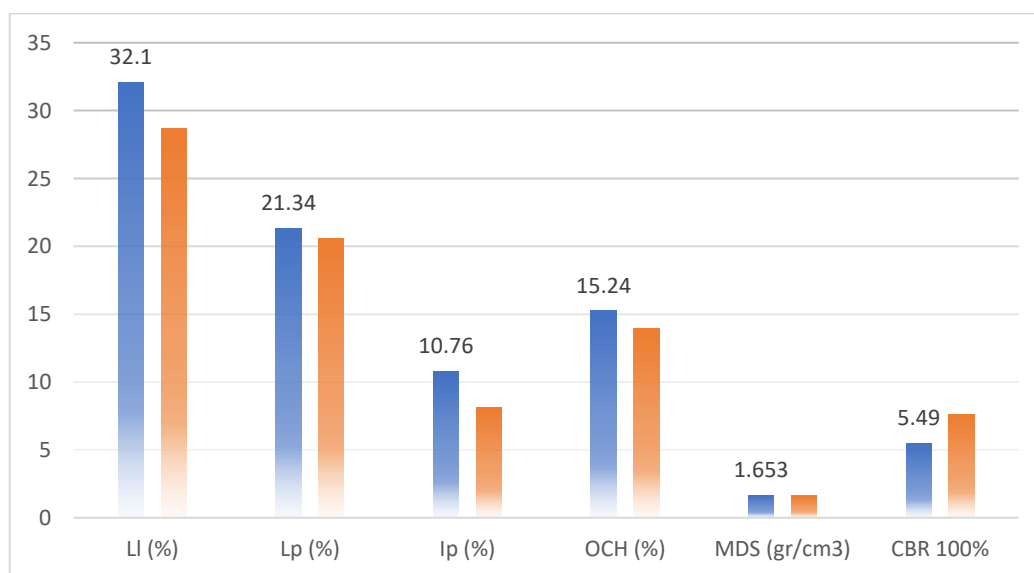
**Tabla 12**

*Análisis de resultados con adición de Polímero adhesivo*

| Muestra                                | Limite Liquido (%) | Limite Plástico (%) | Índice de Plasticidad (%) | Contenido Optimo de Humedad (%) | Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) | CBR 0.1" al 100% |
|----------------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|------------------|
| Sin adición                            | 32.1               | 21.34               | 10.76                     | 15.24                           | 1.653                                      | 5.49             |
| Con adición con polímero Adhesivo (6%) | 28.7               | 20.56               | 8.14                      | 13.95                           | 1.625                                      | 7.64             |

**Figura 11**

*Análisis comparativo de resultados sin adición y con adición de Polímero adhesivo*



En la tabla de resultados con adición de polímero adhesivo se evidenció un incremento claro y cuantificable de la capacidad portante del suelo: el CBR pasó de un valor inicial de 6.78% en el suelo sin estabilizar a 24.50% con la dosificación óptima de polímero, lo que representó un aumento de 17.72 puntos porcentuales. De manera consistente, el índice de plasticidad disminuyó de 15.13% a 12.43%, la máxima densidad seca se elevó de 1.586 g/cm<sup>3</sup> a 1.859 g/cm<sup>3</sup> y el contenido óptimo de humedad se redujo de 15.99% a 7.74%, lo que indicó un suelo más denso, menos plástico y menos sensible a la variación de humedad. Desde la perspectiva de diseño de pavimentos, estos resultados mostraron que el polímero adhesivo

mejoró de forma efectiva la respuesta mecánica del suelo cohesivo, ubicándolo en una categoría de CBR aceptable para subrasantes mejoradas, aunque sin alcanzar los rangos altos logrados con estabilizantes tradicionales como la cal y el cemento.

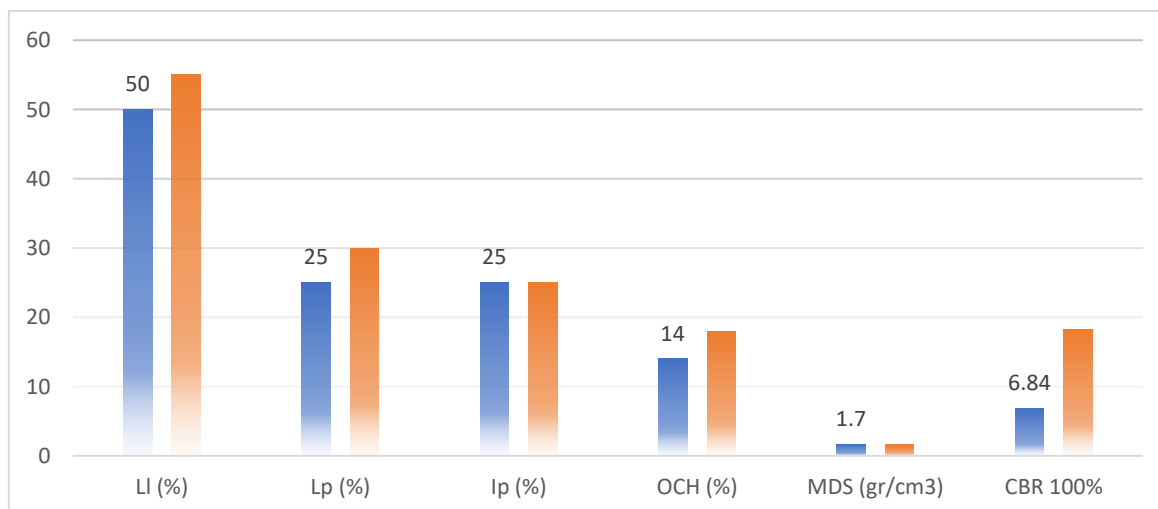
**Tabla 13**

*Análisis de resultados con adición de aceite residual*

| Muestra                                | Limite Líquido (%) | Limite Plástico (%) | Índice de Plasticidad (%) | Contenido Optimo de Humedad (%) | Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) | CBR 0.1" al 100% |
|----------------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|------------------|
| Sin Adición                            | 33.64              | 24.81               | 8.83                      | 16.61                           | 1.663                                      | 9                |
| Con adición con Aceite residual (7.5%) | 32.77              | 20.34               | 12.43                     | 7.74                            | 1.859                                      | 24.5             |

**Figura 12**

*Análisis comparativo de resultados sin adición y con adición de aceite residual*



En la tabla de resultados con adición de aceite residual se observó una mejora consistente del comportamiento del suelo cohesivo frente a la condición patrón. El CBR aumentó de 9.00% en el suelo sin aditivo a 24.50% con 7.5% de aceite residual, es decir, un incremento de 15.50 puntos porcentuales. Paralelamente, la máxima densidad seca se incrementó de 1.663 g/cm<sup>3</sup> a 1.859

g/cm<sup>3</sup> y el contenido óptimo de humedad se redujo de 16.61% a 7.74%, mientras que el índice de plasticidad pasó de 8.83% a 12.43%, reflejando un suelo más denso y menos dependiente de altos contenidos de agua, aunque con ligera tendencia al aumento de plasticidad. Desde el punto de vista geotécnico, estos resultados indicaron que el aceite residual actuó como estabilizante químico no tradicional capaz de mejorar de manera efectiva la capacidad de soporte y la compacidad de la subrasante, con un balance técnico aceptable para aplicaciones de pavimentación en suelos cohesivos de baja capacidad portante.

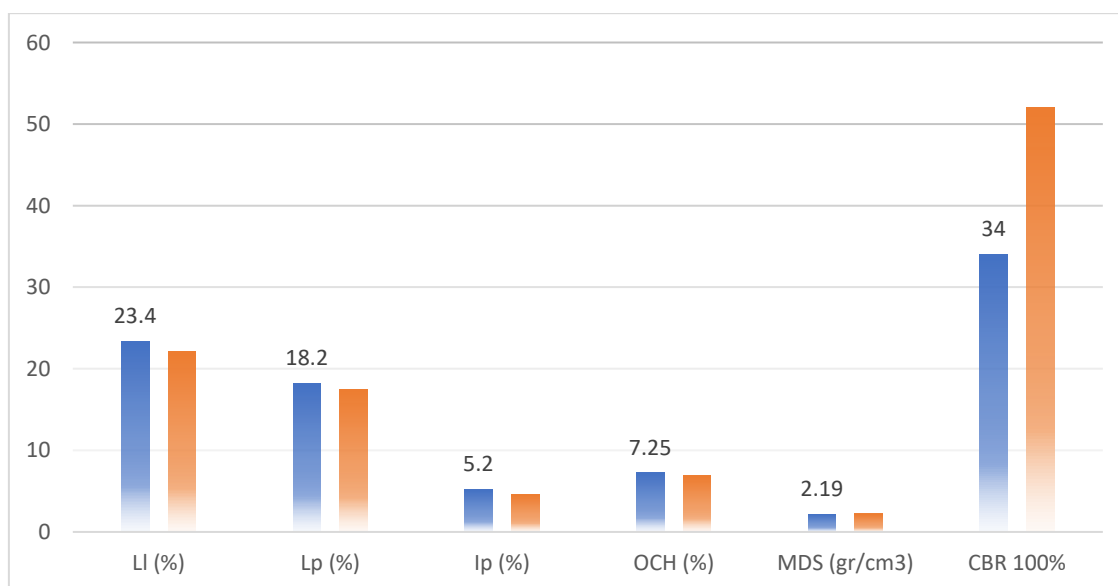
**Tabla 14**

*Análisis de resultados con adición de PVC*

| Muestra                  | Limite Liquido (%) | Limite Plástico (%) | Índice de Plasticidad (%) | Contenido Optimo de Humedad (%) | Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) | CBR 0.1" al 100% |
|--------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|------------------|
| Sin Adicion              | 23.4               | 18.2                | 5.2                       | 7.25                            | 2.19                                       | 34               |
| Con adicion con PVC (6%) | 22.1               | 17.5                | 4.6                       | 6.9                             | 2.21                                       | 52               |

**Figura 13**

*Análisis comparativo de resultados sin adición y con adición de PVC*



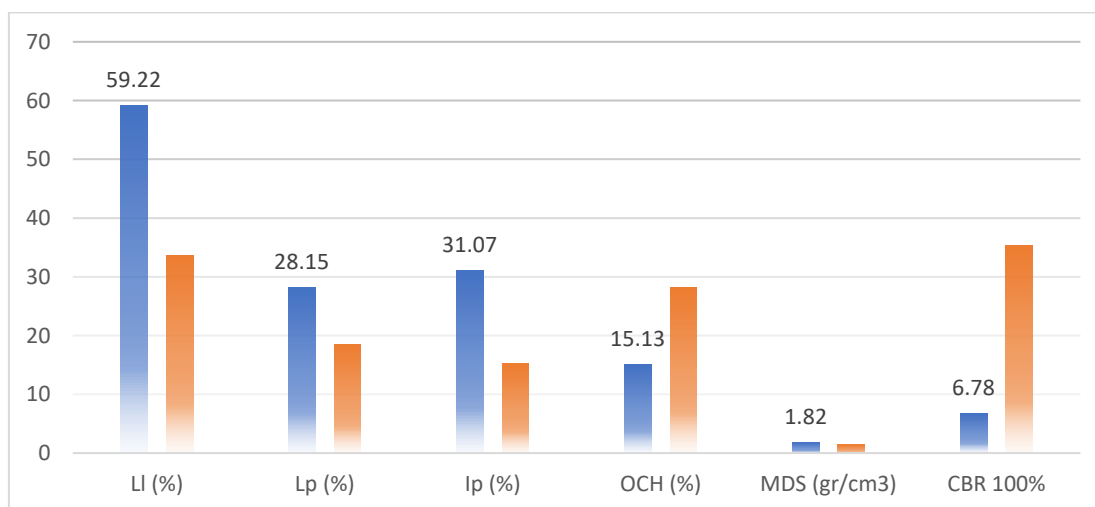
En la tabla de resultados con adición de PVC se evidenció una mejora estructural clara del material granular respecto a la condición natural de la cantera Salcedo. El CBR aumentó de 34.00% sin estabilización a 52.00% con 6% de PVC, es decir, un incremento de 18.00 puntos porcentuales que ubicó al material en una categoría más favorable para capas de base o subbase. De forma coherente, el índice de plasticidad se redujo de 5.20% a 4.60%, mientras que la máxima densidad seca pasó de 2.19 g/cm<sup>3</sup> a 2.21 g/cm<sup>3</sup> y el contenido óptimo de humedad disminuyó de 7.25% a 6.90%, lo que indicó un material ligeramente más denso, menos plástico y con menor demanda de humedad de compactación. Técnicamente, estos resultados demostraron que los desechos de PVC, dosificados al 6%, funcionaron como un estabilizante químico no tradicional eficaz para mejorar la capacidad de soporte y el desempeño geotécnico del material granular, constituyendo una alternativa viable para la valorización de residuos plásticos en infraestructura vial.

**Tabla 15***Análisis de resultados con adición de cal y ceniza cascara de quinua*

| Muestra                                                   | Limite Liquido (%) | Limite Plástico (%) | Índice de Plasticidad (%) | Contenido Optimo de Humedad (%) | Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) | CBR 0.1" al 100% |
|-----------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|------------------|
| Sin Adicion                                               | 59.22              | 28.15               | 31.07                     | 15.13                           | 1.82                                       | 6.78             |
| Con adicion con cal y ceniza cascara de quinua (7% y 13%) | 33.68              | 18.5                | 15.18                     | 28.2                            | 1.46                                       | 35.35            |

**Figura 14**

*Análisis comparativo de resultados sin adición y con adición cal y ceniza cascara de quinua*



En la tabla de resultados con adición de cal y ceniza de cáscara de quinua se observó una mejora muy significativa de las propiedades del suelo arcilloso respecto a la condición sin estabilizar. El CBR aumentó de 6.78% en el suelo natural a 35.35% con la mezcla 7% de cal y 13% de ceniza de cáscara de quinua, es decir, un incremento de 28.57 puntos porcentuales que transformó un suelo inicialmente no apto en un material técnicamente aceptable para capas de subrasante mejorada o afirmado. De manera concurrente, el índice de plasticidad se redujo de 31.07% a 15.18%, el límite líquido descendió de 59.22% a 33.68%, la máxima densidad seca disminuyó de 1.82 g/cm<sup>3</sup> a 1.46 g/cm<sup>3</sup> y el contenido óptimo de humedad aumentó de 15.13% a 28.20%, reflejando un cambio de comportamiento hacia un suelo menos plástico y más estable volumétricamente, aunque con mayor requerimiento de humedad para alcanzar la compactación óptima. Desde el enfoque de estabilización no tradicional, estos resultados demostraron que la combinación cal-ceniza de cáscara de quinua aportó mejoras sustanciales en la capacidad de soporte y en la plasticidad del suelo arcilloso, constituyéndose en una alternativa técnica viable que además aprovecha un residuo agroindustrial de la región.



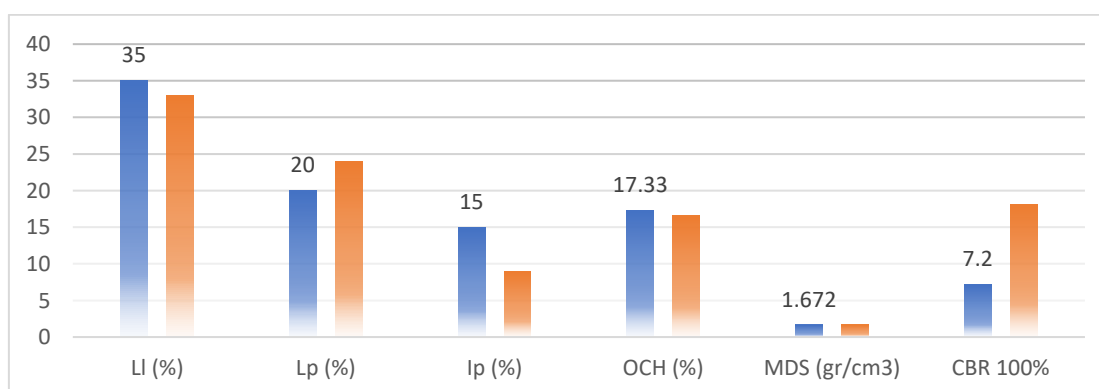
**Tabla 16**

*Análisis de resultados con adición de Ceniza volátil de totora*

| Muestra                                        | Limite Liquido (%) | Limite Plástico (%) | Índice de Plasticidad (%) | Contenido Optimo de Humedad (%) | Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ) | CBR 0.1" al 100% |
|------------------------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------|------------------|
| Sin adición                                    | 35                 | 20                  | 15                        | 17.33                           | 1.672                                      | 7.2              |
| Con adición con Ceniza volátil de Totora (16%) | 33                 | 24                  | 9                         | 16.55                           | 1.719                                      | 18.1             |

**Figura 15**

*Análisis comparativo de resultados sin adición y con adición de Ceniza volátil de totora*

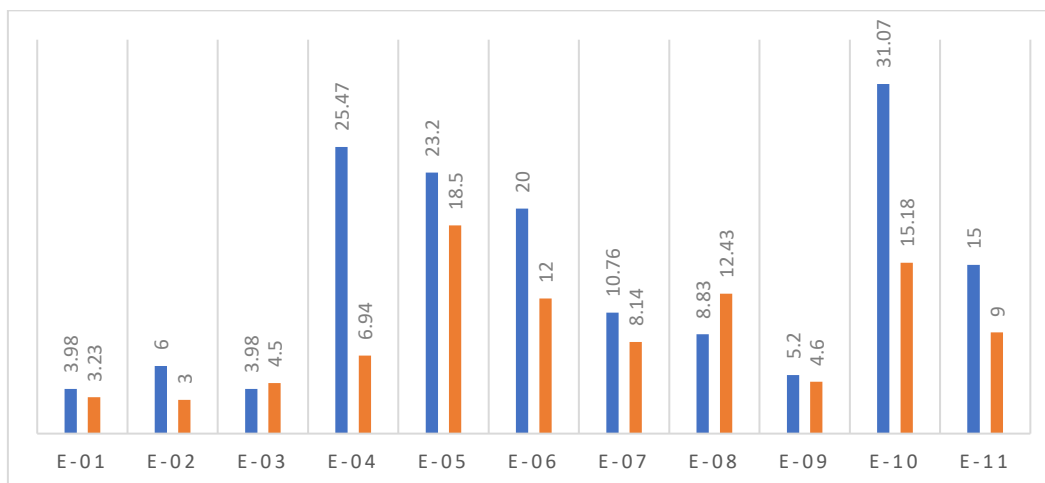


En la tabla de resultados con adición de ceniza volátil de totora se evidenció una mejora apreciable en el comportamiento del suelo frente a la condición sin estabilizar. El CBR se incrementó de 7.20% en el suelo natural a 18.10% con 16% de ceniza de totora, es decir, un aumento de 10.90 puntos porcentuales que mejoró la capacidad de soporte de la subrasante. De forma simultánea, el índice de plasticidad disminuyó de 15.00% a 9.00%, mientras que la máxima densidad seca pasó de 1.672 g/cm<sup>3</sup> a 1.719 g/cm<sup>3</sup> y el contenido óptimo de humedad se redujo ligeramente de 17.33% a 16.55%, indicando un suelo menos plástico, más denso y con menor sensibilidad a variaciones de humedad. Desde la perspectiva de la estabilización no tradicional, estos resultados mostraron que la ceniza volátil de

tatora, dosificada al 16%, mejoró de manera efectiva las propiedades geotécnicas del suelo, constituyéndose en una alternativa viable que, además, promueve el aprovechamiento de un residuo vegetal local.

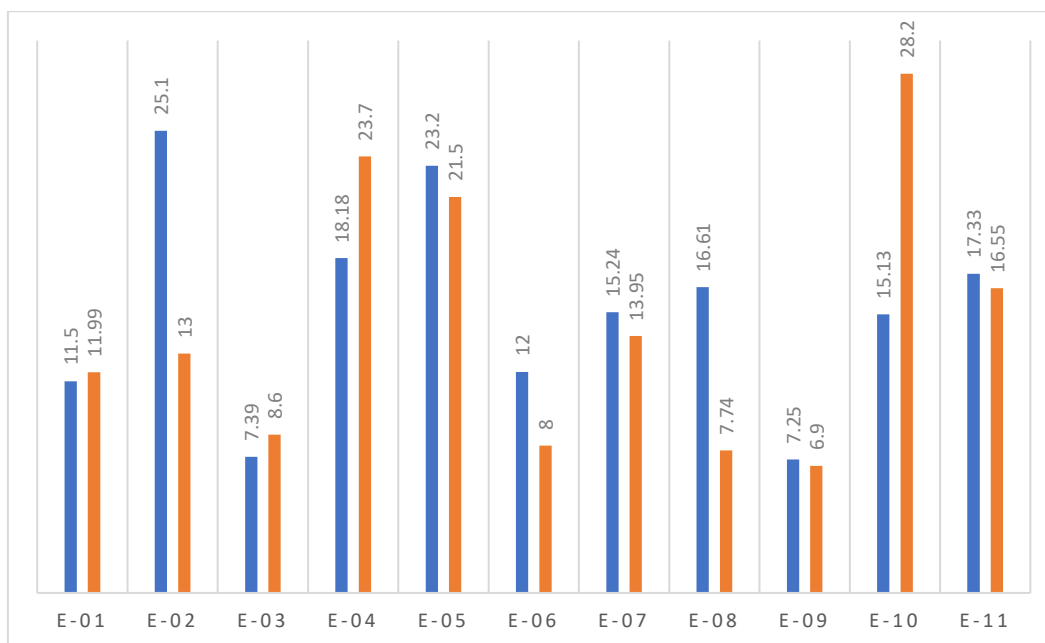
**Figura 16**

*Resultados de límite de Índice de Plasticidad en Suelo sin estabilizar y estabilizado*



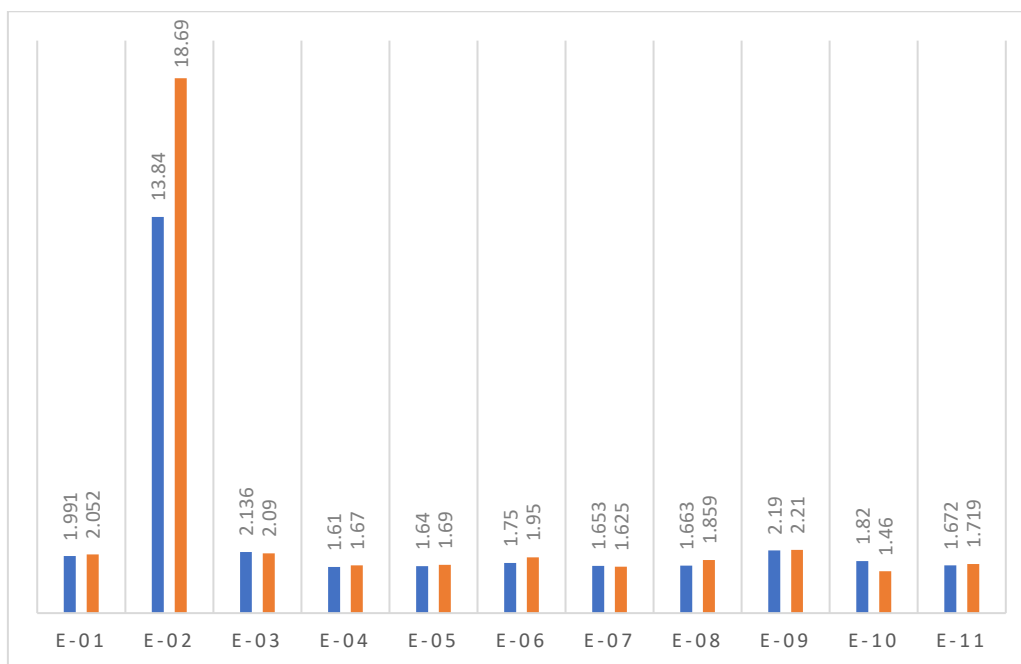
**Figura 17**

*Resultados de Contenido optimo de humedad en Suelo sin estabilizar y estabilizado*



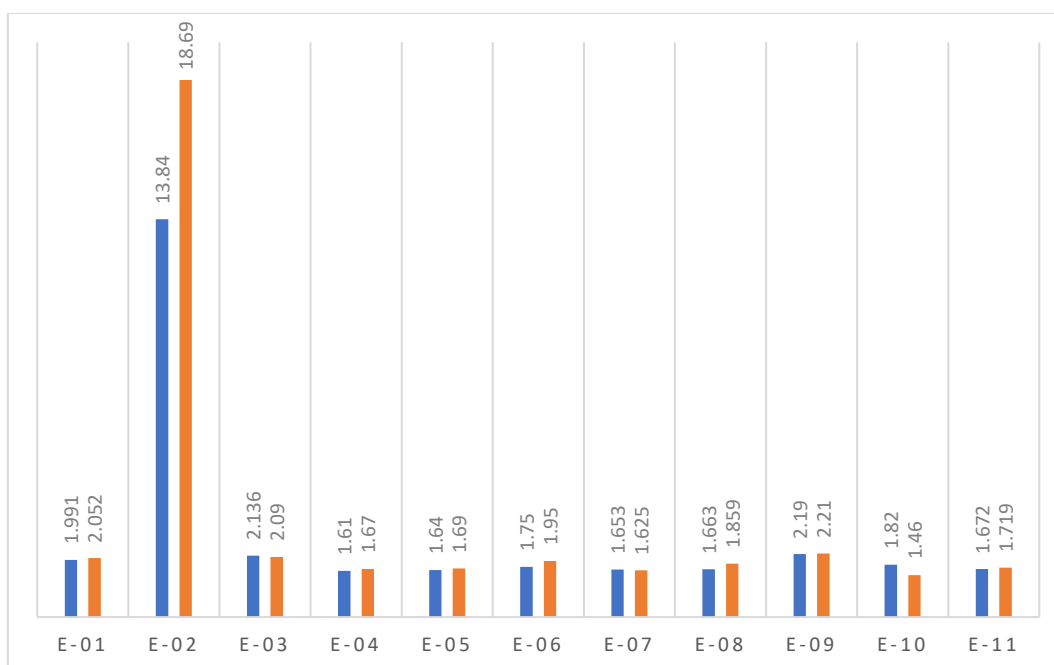
**Figura 18**

*Resultados de máxima densidad seca en Suelo sin estabilizar y estabilizado*



**Figura 19**

*Resultados de CBR en Suelo sin estabilizar y estabilizado*



## CONCLUSIONES

La investigación confirmó que los métodos de estabilización química tradicional (cal y cemento) fueron más eficientes que los no tradicionales para mejorar suelos con fines de pavimentación, al obtener mayores incrementos del CBR y reducciones más consistentes del índice de plasticidad en todas las condiciones evaluadas.

En plasticidad, la cal y el cemento redujeron el índice de plasticidad desde valores altos hasta rangos  $\leq 10-15\%$ , mientras que los métodos no tradicionales solo lograron reducciones parciales o incrementos del IP, lo que evidenció una mayor capacidad de los métodos tradicionales para controlar el comportamiento plástico de los suelos finos.

En compactación, los estabilizantes tradicionales aumentaron la máxima densidad seca y mantuvieron el contenido óptimo de humedad dentro de rangos compatibles con las especificaciones de pavimentación, mientras que los métodos no tradicionales mostraron respuestas divergentes en MDS y CHO, exigiendo un diseño y control de compactación específico para cada tipo de aditivo utilizado.

En capacidad portante, la estabilización con cal y cemento elevó el CBR desde valores muy bajos hasta niveles cercanos a 100%, en tanto que los métodos no tradicionales produjeron aumentos menores pero técnicamente relevantes, lo cual permitió concluir que los estabilizantes tradicionales son preferibles cuando se requieren altas prestaciones estructurales, y que los no tradicionales resultan adecuados como alternativas complementarias orientadas al aprovechamiento de residuos y a la sostenibilidad.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda a futuros investigadores que desarrollen tesis de análisis comparativo de estabilización de suelos definir con precisión los criterios de comparación (tipo de estabilizante, dosificación, tipo de suelo y parámetros geotécnicos) y mantenerlos homogéneos en todos los estudios seleccionados, a fin de garantizar la validez de las conclusiones.

Se recomienda a futuros investigadores que realicen análisis comparativos de métodos de estabilización priorizar fuentes de información de una misma región geográfica o condiciones climáticas similares, de modo que las diferencias observadas en los resultados respondan principalmente al tipo de estabilización y no a variaciones contextuales externas.

Se recomienda a futuros investigadores que aborden estudios comparativos incorporar, además de la comparación técnica de resultados de laboratorio, una comparación de costos, disponibilidad de materiales y aspectos ambientales de cada método de estabilización, con el propósito de proponer alternativas integrales y aplicables a proyectos viales reales.

Se recomienda a futuros investigadores que realicen análisis comparativos de estabilización química documentar de manera sistemática la trazabilidad de los datos (fuentes, criterios de selección y procesamiento estadístico), de modo que otros estudios puedan replicar, validar o ampliar los resultados obtenidos en diferentes contextos y tipos de suelo.





## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASHTO. (2018). *Standard specification for classification of soils and soil-aggregate mixtures for highway construction purposes* (M145-91).

<https://www.transportation.org>

American Association of State Highway and Transportation Officials. (2018). *Standard specification for classification of soils and soil-aggregate mixtures for highway construction purposes* (M145-91). <https://www.transportation.org>

ASTM International. (2017). *Standard practice for classification of soils for engineering purposes (Unified Soil Classification System)* (D2487-17).

<https://www.astm.org>

Babbie, E. (2016). *Fundamentos de investigación social* (7.<sup>a</sup> ed.). Cengage Learning.

Brady, N. C., & Weil, R. R. (2016). *The nature and properties of soils* (15th ed.). Pearson Education.

Das, B. M. (2019). *Principles of geotechnical engineering* (9th ed.). Cengage Learning.

Das, B. M. (s. f.). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. Cengage Learning.  
[https://www.sancristoballibros.com/libro/fundamentos-de-ingenieria-geotecnica\\_52458](https://www.sancristoballibros.com/libro/fundamentos-de-ingenieria-geotecnica_52458)

Ccansaya Maldonado, R., & Tello Vargas, A. J. (2022). *Análisis comparativo entre los métodos de estabilización por sustitución y por adición de cal de obra, para el mejoramiento de una subrasante arcillosa en la carretera Canta–Huayllay km 57–59* [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú].  
<http://hdl.handle.net/20.500.12404/23352>

Chumbe Isuiza, E. G., & Reátegui Lozano, G. R. (2024). *Análisis comparativo entre estabilizador iónico ISS 2500 y ceniza de cáscara de yuca para estabilizar la*



*subrasante en la carretera Rayazapa, Loreto 2024* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/153140>

Díaz Julca, A. N., & Valenzuela Untiveros, G. (2021). *Análisis comparativo de estabilización de suelos arcillosos utilizando columnas de gravas y mechas drenantes en la carretera Tocache–Juanjuí tramo II: Pizarrón–Campanilla* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Martín].

<https://hdl.handle.net/20.500.14138/4870>

Flores Cahui, R. (2022). *Estabilización de suelos con cal para el mejoramiento de la subrasante en la carretera Capachica, Puno, 2022* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo].

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/108768>

Ghosh, D., & Banerjee, A. (2025). Microscale and macroscale characterization of biopolymer-stabilized sulfate-rich expansive soils. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 37(5), 04025080. <https://doi.org/10.1061/JMCEE7.MTENG-18188>

Kumar, P., Puppala, A. J., Congress, S. S. C., & Tingle, J. S. (2025). Laboratory durability evaluation of sandy soil stabilized with synthetic polymer. En *Innovative technologies for resilient and sustainable pavements* (pp. 277–286). American Society of Civil Engineers.

<https://doi.org/10.1061/9780784486016.028>

Marathe, S., Nieświec, M., Bhat, A. K., & Shetty, S. (2025). Properties of slag-based geopolymer-stabilized Indian lithomargic soil using sugarcane bagasse ash for sustainable pavement design. *Studia Geotechnica et Mechanica*, 47(1).

<https://doi.org/10.2478/sgem-2025-0003>



- Montoro Budinich, V. R. (2023). *Análisis comparativo de estabilización química tradicional y no tradicional empleadas para suelos con fines de pavimentación, Trujillo 2022* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada Antenor Orrego].
- Navarro Palacios, K. J., & Ramírez Gutiérrez, J. R. (2022). *Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos utilizando aditivos químicos, Huancaspata, 2022* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo].  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/10>
- Rodríguez Gómez, G., Fradejas Sánchez, A., & Sánchez Moreno, M. (2014). *Metodología de la investigación cualitativa* (2.<sup>a</sup> ed.). Ediciones Morata.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., Lucio, P. B., & Pérez, M. A. (2020). *Metodología de la investigación* (7.<sup>a</sup> ed.). McGraw Hill.



# ANEXOS



## Anexo 1. Matriz de consistencia

Título:

| PROBLEMAS                                                                                                                                                  | OBJETIVOS                                                                                                                                        | HIPOTESIS                                                                                                                                                                                                                                                                           | OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES                                                   |                                 |                                                               | METODOLOGÍA                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| PROBLEMA GENERAL                                                                                                                                           | OBJETIVO GENERAL                                                                                                                                 | HIPOTESIS GENERAL                                                                                                                                                                                                                                                                   | VARIABLE INDEPENDIENTE                                                                | DIMENSIÓN                       | INDICADOR                                                     | DISEÑO: No Experimental                                               |
| ¿Cuál es la diferencia en la eficacia de los métodos de estabilización química tradicional y no tradicional aplicados a suelos con fines de pavimentación? | Comparar la eficacia de los métodos de estabilización química tradicional y no tradicional en suelos destinados a pavimentación                  | Los métodos de estabilización química no tradicional mejoran las propiedades mecánicas de los suelos, evidenciado por los resultados de los ensayos de contenido de humedad optimo, maxima densidad seca, límites de Atterberg y CBR, en comparación con los métodos tradicionales. | Métodos de estabilización química (tradicional y no tradicional).                     | Ensayo Proctor modificado.      | *Contenido Optimo de humedad<br>*máxima densidad seca         | TIPO: Aplicada                                                        |
|                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                       | Límites de Atterberg.           | *Limite Liquido<br>*Limite plástico<br>*índice de plasticidad | NIVEL: Descriptivo                                                    |
|                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                       | CBR (California Bearing Ratio). | CBR al 100%                                                   | ENFOQUE: Cuantitativo.                                                |
|                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                       |                                 |                                                               | POBLACIÓN                                                             |
| PROBLEMAS ESPECIFICOS                                                                                                                                      | OBJETIVOS ESPECIFICOS                                                                                                                            | HIPOTESIS ESPECIFICAS                                                                                                                                                                                                                                                               | VARIABLE DEPENDIENTE                                                                  | DIMENSIÓN                       | INDICADOR                                                     |                                                                       |
| ¿Cómo varían los resultados de la maxima densidad seca y contenido de humedad optimo en suelos tratados con métodos tradicionales y no tradicionales?      | Realizar comparaciones de la maxima densidad seca y contenido de humedad optimo en suelos tratados con métodos tradicionales y no tradicionales. | La maxima densidad seca y contenido de humedad optimo en los suelos tratados con métodos químicos no tradicionales es superior a la de los métodos tradicionales.                                                                                                                   | Resultados de los ensayos de suelos (Proctor modificado, límites de Atterberg y CBR). | Ensayo Proctor modificado.      | *Contenido Optimo de humedad<br>*máxima densidad seca         | Investigaciones sobre estabilización                                  |
|                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                       |                                 |                                                               | MUESTRA                                                               |
|                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                       |                                 |                                                               | 11 trabajos sobre estabilización química tradicional y no tradicional |





|                                                                                                           |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                             |  |                                 |                                                               |                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| ¿Qué diferencias se observan en los ensayos de límites de Atterberg entre ambos métodos?                  | Analizar los límites de Atterberg (límite líquido, plástico e índice de plasticidad) para suelos tratados con con métodos químicos tradicionales y no tradicionales. | Los límites de Atterberg muestran una mayor estabilidad en suelos tratados con métodos no tradicionales.                    |  | Límites de Atterberg.           | *Limite Liquido<br>*Limite plástico<br>*índice de plasticidad |                                                   |
| ¿Cómo influyen los métodos de estabilización en los resultados del ensayo CBR (California Bearing Ratio)? | Comparar el CBR (California Bearing Ratio) de suelos con estabilización química tradicionales y no tradicionales.                                                    | El CBR de los suelos tratados con métodos no tradicionales es significativamente mayor que el de los métodos tradicionales. |  | CBR (California Bearing Ratio). | CBR al 100%                                                   | INSTRUMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS             |
|                                                                                                           |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                             |  |                                 |                                                               | Fichas de recolección de datos                    |
|                                                                                                           |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                             |  |                                 |                                                               | Tesis sobre estabilización química tradicional    |
|                                                                                                           |                                                                                                                                                                      |                                                                                                                             |  |                                 |                                                               | Tesis sobre estabilización química no tradicional |



### Anexo 2. Instrumento

| UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ |                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ficha de recolección de datos               |                                                                                                                                           |
| Tesis:                                      | ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024 |
| Tesista:                                    | Bach. EDWIN RONAL CONDORI MAMANI                                                                                                          |
| Asesor:                                     | Dr. EFRAIN PARILLO SOSA                                                                                                                   |

|                        |                                                                                                                                      |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Título:                | ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO – MAÑAZO |
| Código:                | E-01                                                                                                                                 |
| Ubicación:             | Mañazo-Puno                                                                                                                          |
| Agente Estabilizador   | Cal                                                                                                                                  |
| Tipo de Estabilización | Química tradicional                                                                                                                  |

| Muestra            | Limite Líquido (%) | Limite Plástico (%) | Índice de Plasticidad (%) | Contenido Optimo de Humedad (%) | Máxima Densidad Seca (gr/cm3) | CBR 0.1" al 100% |
|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------|
| Sin adición        | 29.46              | 25.48               | 3.98                      | 11.5                            | 1.991                         | 30%              |
| Con adición 4% CAL | 27.58              | 24.35               | 3.23                      | 11.99                           | 2.052                         | 104%             |

| Autor                                    | Supervisor |
|------------------------------------------|------------|
| Firma:                                   | Firma:     |
| Nombre: Bach. EDWIN RONAL CONDORI MAMANI | Nombre:    |



### Anexo 3. Ensayos de laboratorio



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL ALTIPLANO  
Repositorio Institucional

#### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL  
MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL  
10+000 DE LA CARRETERA PUNO – MAÑAZO

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PUNO – PERÚ

2023

[repositorio.unap.edu.pe](https://repositorio.unap.edu.pe)  
No olvide citar adecuadamente esta tesis



### ENSAYOS Y FICHAS DE LABORATORIO DE SUELOS CALITA C-1 Y C-2, KM

08+750 Y 09+300.

|                                               |                                                                                                                               |  |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                               | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO</b><br>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA                                      |  |
| <b>PROYECTO</b>                               | ESTABILIZACION QUIMICA DE SUELO CON CAL EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO-MAÑAZO |  |
| <b>SOLICITANTE</b>                            | : Bach. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO                                                                                           |  |
| <b>MUESTRA</b>                                | : SUELO NATURAL                                                                                                               |  |
| <b>FECHA</b>                                  | : JUNIO DEL 2021                                                                                                              |  |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD<br/>(ASTM D 2216)</b> |                                                                                                                               |  |

**DATOS DE LA MUESTRA:** VIA PUNO-MAÑAZO CALITA N° 1 Y N°2  
**UBICACIÓN :** C.P. ALTO PUNO - PUNO  
**CANTERA :** ALTO PUNO

| Nro De Tara               | H-01    | H-03   | P-08   |
|---------------------------|---------|--------|--------|
| Peso de Tara              | 37.51   | 38.59  | 39.36  |
| Peso de Tara + M. Humeda  | 398.25  | 401.15 | 382.75 |
| Peso de Tara + M. Seca    | 358.89  | 362.95 | 344.81 |
| Peso de Agua              | 39.36   | 38.20  | 37.94  |
| Peso Muestra Seca         | 321.38  | 324.36 | 305.45 |
| Contenido de humedad W%   | 12.25   | 11.78  | 12.42  |
| Promedio cont. Humedad W% | 12.15 % |        |        |

**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el solicitante.





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA



**PROYECTO** : ESTABILIZACION QUIMICA DE SUELO CON CAL EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO-MAÑAZO  
**SOLICITANTE** : Bach. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO  
**MUESTRA** : SUELO NATURAL  
**FECHA** : JUNIO DEL 2021

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D421)

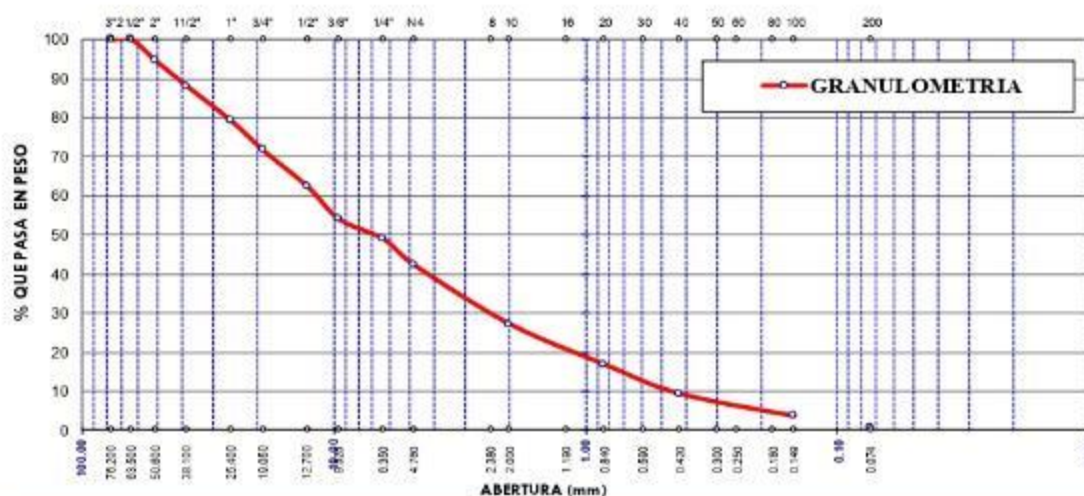
**DATOS DE LA MUESTRA** VIA PUNO-MAÑAZO CALITA N° 1 Y N°2

**UBICACIÓN** : C. P. ALTO PUNO - PUNO

**CANTERA** : ALTO PUNO

| Nº DE MALLAS | ABERT. DE MALL. (mm) | PESO RETENIDO | % RET. PARCIAL | % RET. ACUMUL | % QUE PASA | ESPECIFICACION | DESCRIPCION DE LA MUESTRA                    |
|--------------|----------------------|---------------|----------------|---------------|------------|----------------|----------------------------------------------|
| 3"           | 76.200               |               |                | 0.00          | 100.00     |                | Peso Inicial : 4800.0 gr                     |
| 2 1/2"       | 63.500               |               | 0.00           | 0.00          | 100.00     |                | <b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>               |
| 2"           | 50.800               | 258.98        | 5.40           | 5.40          | 94.60      |                | Limite Liquido : 32.20%                      |
| 1 1/2"       | 38.100               | 315.24        | 6.57           | 11.96         | 88.04      |                | Limite Plastico : 26.38%                     |
| 1"           | 25.400               | 428.65        | 8.93           | 20.89         | 79.11      |                | Indice Plastico : 5.83%                      |
| 3/4"         | 19.050               | 357.24        | 7.44           | 28.34         | 71.66      |                | <b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>               |
| 1/2"         | 12.700               | 448.25        | 9.34           | 37.67         | 62.33      |                | AASHTO : A-1-a (0)                           |
| 3/8"         | 9.525                | 398.26        | 8.30           | 45.97         | 54.03      |                | SUCS : GP                                    |
| 1/4"         | 6.350                | 245.36        | 5.11           | 51.08         | 48.92      |                | % de Grava : 57.88 %                         |
| Nº 4         | 4.760                | 326.26        | 6.80           | 57.88         | 42.12      |                | % de Arena : 41.56 %                         |
| Nº 6         | 3.360                |               |                |               |            |                | % Pasa Nº 200 : 0.56 %                       |
| Nº 8         | 2.380                | 47.80         | 10.07          | 67.95         | 32.05      |                | Grava mal graduada, mezclas de grava y arena |
| Nº 10        | 2.000                | 23.44         | 4.94           | 72.88         | 27.12      |                |                                              |
| Nº 16        | 1.190                |               |                |               |            |                | <b>Observaciones :</b>                       |
| Nº 20        | 0.840                | 49.27         | 10.38          | 83.26         | 16.74      |                |                                              |
| Nº 30        | 0.590                |               |                |               |            |                |                                              |
| Nº 40        | 0.426                | 35.26         | 7.43           | 90.69         | 9.31       |                |                                              |
| Nº 60        | 0.297                | 20.25         | 4.26           | 94.95         | 5.05       |                |                                              |
| Nº 80        | 0.177                |               |                |               |            |                |                                              |
| Nº 100       | 0.149                | 7.08          | 1.49           | 96.44         | 3.56       |                |                                              |
| Nº 200       | 0.074                | 14.25         | 3.00           | 99.44         | 0.56       |                |                                              |
| -200         |                      | 2.65          | 0.56           | 100.00        | 0.00       |                |                                              |

### CURVA GRANULOMETRICA MALLAS U.S. STANDARD



**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el solicitante.



### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA



PROYECTO :

ESTABILIZACION QUIMICA DE SUELO CON CAL EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO-MAÑAZO"

SOLICITANTE :

Bach. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO

MUESTRA :

SUELO NATURAL

FECHA :

JUNIO DEL 2021

### LIMITES DE CONSISTENCIA (LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)

DATOS DE LA MUESTRA VIA PUNO-MAÑAZO CALITA N° 1 Y N°2

UBICACIÓN :

C.P. ALTO PUNO - PUNO

CANTERA :

ALTO PUNO

#### LIMITE LIQUIDO

| # Tara            |     | L-11  | L-12  | L-13  | L-14  |
|-------------------|-----|-------|-------|-------|-------|
| Peso de la Tara   | gr. | 24.58 | 26.45 | 27.85 | 28.56 |
| T. + Suelo Húmedo | gr. | 41.47 | 45.75 | 55.76 | 52.26 |
| T. + Suelo Seco   | gr. | 37.25 | 41.16 | 48.25 | 47.15 |
| Peso del Agua     | gr. | 4.22  | 4.59  | 7.51  | 5.11  |
| Suelo Seco        | gr. | 12.67 | 14.71 | 20.40 | 18.59 |
| % de Humedad      |     | 33.31 | 31.20 | 36.81 | 27.49 |
| Nro. De Golpes    |     | 32    | 27    | 17    | 25    |

#### LIMITE PLASTICO

| # Tara            |     | L-15  | L-22  | L-16  |  |
|-------------------|-----|-------|-------|-------|--|
| Peso de la Tara   | gr. | 32.15 | 35.26 | 33.75 |  |
| T. + Suelo Húmedo | gr. | 35.85 | 40.12 | 39.75 |  |
| T. + Suelo Seco   | gr. | 35.12 | 39.09 | 38.45 |  |
| Peso del Agua     | gr. | 0.73  | 1.03  | 1.30  |  |
| Suelo Seco        | gr. | 2.97  | 3.83  | 4.70  |  |
| % de Humedad      |     | 24.6  | 26.9  | 27.7  |  |

LIMITE LIQUIDO

L.L. = 32.20 %

LIMITE PLASTICO

L.P. = 26.38 %

INDICE DE PLASTICIDAD

I.P. = 5.83 %

#### GRAFICA DE LIMITE LIQUIDO



OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el solicitante.





### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



#### PROYECTO

: "ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO – MAÑAZO"

#### SOLICITANTE

: BACH. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO

#### UBICACION

: DISTRITO PUNO

#### FECHA

: MAYO DEL 2021

#### REFERENCIA

: PROYECTO DE TESIS

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141, ASTM D 1557)

#### DATOS DE LA MUESTRA:

#### SUELO NATURAL

#### UBICACIÓN:

VIA PUNO MAÑAZO KM 8+750

#### CANTERA:

ALTO PUNO

#### PROFUNDIDAD:

0.55m

| MOLDE No                     |       | 1      | VOLUMEN DEL MOLDE |        | 2114 cc |
|------------------------------|-------|--------|-------------------|--------|---------|
| No DE CAPAS                  |       | 5      | GOLPES POR CAPA   |        | 56      |
| Peso Suelo Humedo + Molde    | gr.   | 13725  | 13401             | 13793  | 13672   |
| Peso del Molde               | gr.   | 9063   | 9063              | 9063   | 9063    |
| Peso del Suelo Humedo        | gr.   | 4662   | 4338              | 4730   | 4609    |
| Densidad del Suelo Humedo    | gr/cc | 2.20   | 2.05              | 2.24   | 2.18    |
| N° TARA                      |       | P-30   | P-29              | P-28   | P-27    |
| Peso de la Tara              | gr.   | 43.09  | 47.05             | 46.39  | 47.25   |
| Peso del Suelo Humedo + Tara | gr.   | 420.25 | 444.95            | 281.11 | 290.01  |
| Peso del Suelo Seco + Tara   | gr.   | 383.92 | 412.01            | 254.99 | 259.36  |
| Peso del Agua                | gr.   | 36.33  | 32.94             | 26.12  | 30.65   |
| Peso del Suelo Seco          | gr.   | 340.83 | 364.96            | 208.60 | 212.11  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD         | %     | 10.66  | 9.03              | 12.52  | 14.45   |
| DENSIDAD SECA DEL SUELO      | gr/cc | 1.993  | 1.882             | 1.988  | 1.905   |

|            |                        |            |
|------------|------------------------|------------|
| METODO : C | MAXIMA DENSIDAD SECA : | 2.00 gr/cc |
|            | HUMEDAD OPTIMA :       | 11.52 %    |

#### CURVA DE COMPACTACIÓN





### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



#### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883

|                      |                                                                                                                                        |                      |                               |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| <b>PROYECTO :</b>    | "ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO - MAÑAZO" | <b>MUESTRA :</b>     | SUCS: GP<br>AASHTO: A-1-a (0) |
| <b>SOLICITANTE :</b> | BACH. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO                                                                                                      | <b>PROFUNDIDAD :</b> | 0.56 m                        |
| <b>LUGAR :</b>       | DISTRITO PUNO                                                                                                                          | <b>CALICATA :</b>    | C-1                           |
| <b>FECHA :</b>       | MAYO DEL 2021                                                                                                                          | <b>EMBEBIDO :</b>    | 4 DÍAS                        |
| <b>REFERENCIA :</b>  | PROYECTO DE TESIS                                                                                                                      |                      |                               |

| MOLDE No                  | N-1         |          | HJ-1        |          | A-11        |          |
|---------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| No DE CAPAS               | 5           |          | 5           |          | 5           |          |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 56          |          | 25          |          | 12          |          |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |

|                           |        |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr.    | 11534 | 11625 | 11821 | 11925 | 12703 | 12791 |
| Peso del Molde            | gr.    | 6848  | 6848  | 7228  | 7228  | 8256  | 8257  |
| Peso del Suelo Humedo     | gr.    | 4686  | 4777  | 4593  | 4697  | 4447  | 4534  |
| Volumen del Suelo         | cc.    | 2121  | 2121  | 2122  | 2122  | 2123  | 2123  |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cc. | 2.210 | 2.253 | 2.165 | 2.214 | 2.094 | 2.135 |

|                               |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Capsula No                    | No     | H-10   | H-11   | P-1    | P-2    | M-1    | M-2    |
| Suelo Humedo + Capsula        | gr.    | 265.21 | 270.15 | 250.25 | 352.36 | 312.5  | 301.25 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr.    | 243.45 | 245.01 | 229.35 | 318.82 | 276.05 | 266.13 |
| Peso del Agua                 | gr.    | 21.76  | 25.14  | 20.90  | 33.54  | 36.20  | 35.12  |
| Peso de la Capsula            | gr.    | 49.38  | 44.26  | 46.32  | 55.25  | 45.21  | 47.56  |
| Peso del Suelo Seco           | gr.    | 194.07 | 200.75 | 183.03 | 263.57 | 230.84 | 230.57 |
| % de Humedad                  | %      | 11.21% | 12.52% | 11.42% | 12.73% | 11.62% | 16.07% |
| Promedio de Humedad           | %      | 11.21% | 12.52% | 11.42% | 12.73% | 11.62% | 16.07% |
| Densidad del Suelo Seco       | gr/cc. | 1.987  | 2.002  | 1.943  | 1.964  | 1.876  | 1.840  |

#### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora        | Tiempo | Dial  | Expansion |       | Dial  | Expansion |       | Dial  | Expansion |       |
|------------|-------------|--------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|
|            |             |        |       | mm        | %     |       | mm        | %     |       | mm        | %     |
| 05/06/2021 | 10:00 a. m. | 0      | 6.715 | 0.000     | 0.000 | 5.296 | 0.000     | 0.000 | 8.593 | 0.000     | 0.000 |
| 06/06/2021 | 10:05 a. m. | 24h    | 6.716 | 0.001     | 0.001 | 5.298 | 0.002     | 0.002 | 8.596 | 0.003     | 0.003 |
| 07/06/2021 | 10:02 a. m. | 72h    | 6.716 | 0.001     | 0.001 | 5.301 | 0.005     | 0.004 | 8.601 | 0.008     | 0.007 |
| 08/06/2021 | 10:01 a. m. | 96h    | 6.718 | 0.003     | 0.003 | 5.304 | 0.008     | 0.007 | 8.605 | 0.012     | 0.010 |

#### PENETRACIÓN

| Penetración (mm) | Tiempo (Seg) | Carga Est. | MOLDE No N-1 |       |        |         | MOLDE No HJ-1 |        |        |         | MOLDE No A-11 |       |        |         |
|------------------|--------------|------------|--------------|-------|--------|---------|---------------|--------|--------|---------|---------------|-------|--------|---------|
|                  |              |            | Dial         | Kg    | Kg/cm2 | Correc. | Dial          | Kg     | Kg/cm2 | Correc. | Dial          | Kg    | Kg/cm2 | Correc. |
| 0                | 00:00        |            | 0.0          | 0.0   |        |         | 0.0           | 0.00   |        |         | 0.0           | 0.00  |        |         |
| 0.63             | 00:30        |            | 95.3         | 4.9   |        |         | 52.3          | 2.70   |        |         | 35.2          | 1.81  |        |         |
| 1.27             | 01:00        |            | 182.3        | 9.4   |        |         | 105.5         | 5.53   |        |         | 69.7          | 3.44  |        |         |
| 1.91             | 01:30        |            | 301.3        | 15.5  |        |         | 245.8         | 12.68  |        |         | 105.2         | 5.52  |        |         |
| 2.54             | 02:00        | 70.31      | 441.1        | 22.7  |        |         | 321.8         | 16.59  |        |         | 230.1         | 11.86 |        |         |
| 3.17             | 02:30        |            | 626.0        | 32.3  |        |         | 421.2         | 21.71  |        |         | 301.6         | 15.55 |        |         |
| 3.81             | 03:00        |            | 906.0        | 46.7  |        |         | 631.3         | 32.54  |        |         | 385.3         | 19.86 |        |         |
| 5.09             | 04:00        | 105.00     | 1235.0       | 63.7  |        |         | 891.7         | 45.96  |        |         | 445.8         | 22.98 |        |         |
| 6.35             | 05:00        |            | 1652.3       | 85.2  |        |         | 1089.6        | 56.16  |        |         | 530.9         | 27.37 |        |         |
| 7.62             | 06:00        |            | 1985.8       | 102.4 |        |         | 1305.9        | 67.31  |        |         | 599.7         | 30.91 |        |         |
| 8.89             | 07:00        |            | 2186.3       | 112.7 |        |         | 1501.2        | 77.38  |        |         | 674.5         | 34.77 |        |         |
| 10.16            | 08:00        |            | 2401.2       | 123.8 |        |         | 1625.3        | 83.78  |        |         | 724.3         | 37.33 |        |         |
| 12.7             | 10:00        |            | 2589.6       | 132.5 |        |         | 1885.2        | 102.33 |        |         | 831.1         | 42.84 |        |         |



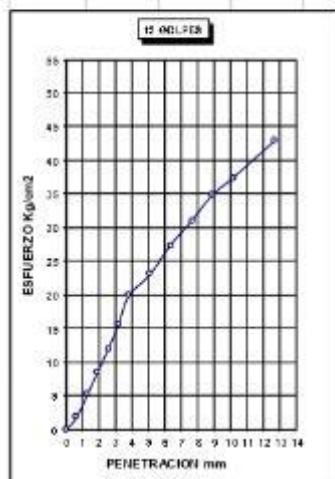
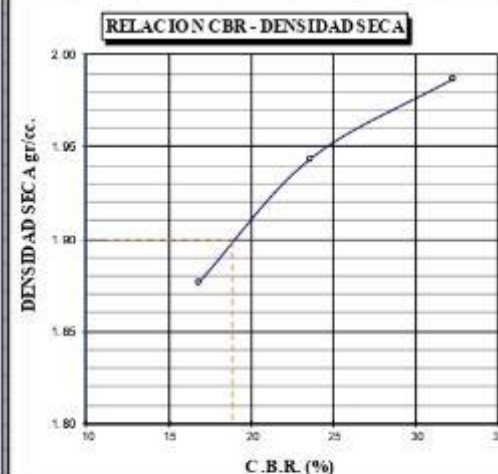
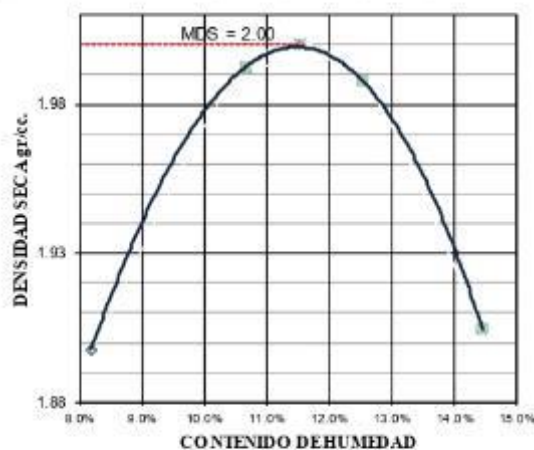


### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

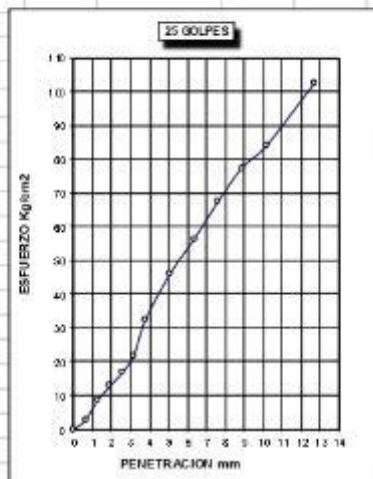


#### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) (ASTM D 1883)

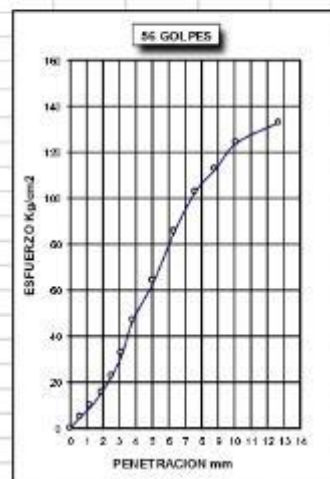
|             |                                                                                                                                          |                                        |                               |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|
| PROYECTO:   | : "ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO - MAÑAZO" | METODO DE COMPACTACION (ASTM D1557-91) | C                             |
|             |                                                                                                                                          | MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc.)          | 2.00                          |
|             |                                                                                                                                          | HUMEDAD OPTIMA (%)                     | 11.52%                        |
| SOLICITADO: | : BACH. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO                                                                                                      | CBR AL 100% DE M.D.S. (%)              | 32.3%                         |
| UBICACIÓN:  | : DISTRITO PUNO                                                                                                                          | CBR AL 95% DE M.D.S. (%)               | 19.0%                         |
| FECHA:      | : MAYO DEL 2021                                                                                                                          | MUESTRA                                | SUCS: GP<br>AASHTO: A-1-a (0) |
| REFERENCIA: | : PROYECTO DE TESIS                                                                                                                      | BM BEBIDO                              | 4 DIAS                        |



CBR (CORR.)= 17%



CBR (CORR.)= 24%



CBR (CORR.)= 32%

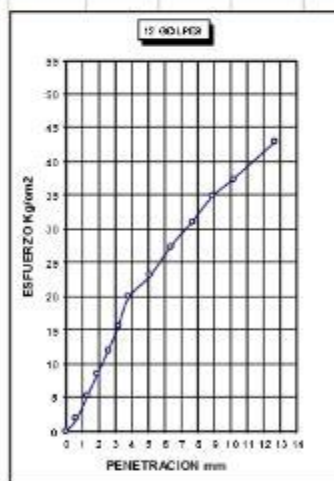
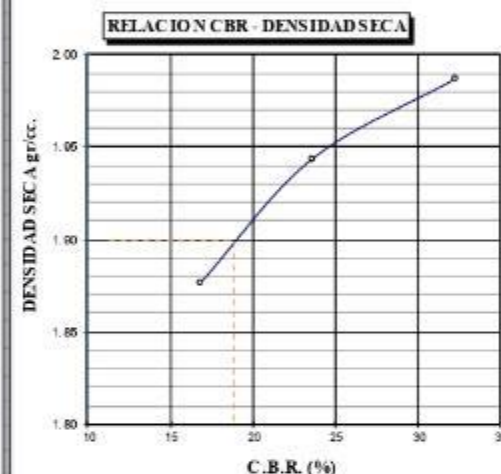
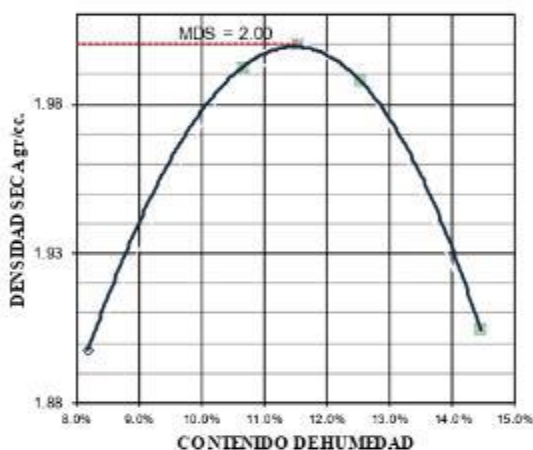


### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

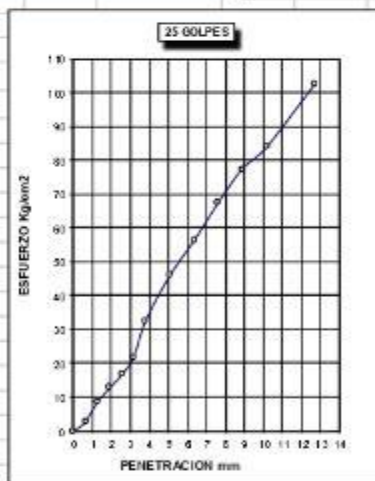


#### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) (ASTM D 1883)

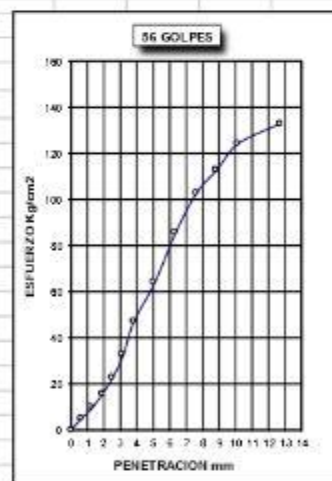
|             |                                                                                                                                          |                                        |                               |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|
| PROYECTO:   | : "ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO - MAÑAZO" | METODO DE COMPACTACION (ASTM D1557-91) | C                             |
|             |                                                                                                                                          | MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc.)          | 2.00                          |
|             |                                                                                                                                          | HUMEDAD OPTIMA (%)                     | 11.52%                        |
| SOLICITADO: | : BACH. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO                                                                                                      | CBR AL 100% DE M.D.S. (%)              | 32.3%                         |
| UBICACIÓN:  | : DISTRITO PUNO                                                                                                                          | CBR AL 95% DE M.D.S. (%)               | 19.0%                         |
| FECHA:      | : JUNIO DEL 2021                                                                                                                         | MUESTRA                                | SUCS: GP<br>AASHTO: A-1-a (0) |
| REFERENCIA: | : PROYECTO DE TESIS                                                                                                                      | EM BEBIDO                              | 4 DIAS                        |



CBR (CORR.)= 17%



CBR (CORR.)= 24%



CBR (CORR.)= 32%





### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



#### PROYECTO

: "ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO – MAÑAZO"

#### SOLICITANTE

: BACH. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO

#### UBICACION

: DISTRITO PUNO

#### FECHA

: MAYO DEL 2021

#### REFERENCIA

: PROYECTO DE TESIS

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141, ASTM D 1557)

#### DATOS DE LA MUESTRA:

**SUELO NATURAL**

#### UBICACIÓN :

VIA PUNO MAÑAZO KM 09+300

#### CANTERA :

ALTO PUNO

#### PROFUNDIDAD :

0.55 m

| MOLDE No<br>No DE CAPAS      |       | 1      | VOLUMEN DEL MOLDE |        | 2114 cc |
|------------------------------|-------|--------|-------------------|--------|---------|
|                              |       | 5      | GOLPES POR CAPA   |        | 56      |
| Peso Suelo Humedo + Molde    | gr.   | 13265  | 12987             | 13301  | 13151   |
| Peso del Molde               | gr.   | 8585   | 8585              | 8585   | 8585    |
| Peso del Suelo Humedo        | gr.   | 4680   | 4402              | 4716   | 4566    |
| Densidad del Suelo Humedo    | gr/cc | 2.21   | 2.08              | 2.23   | 2.16    |
| N° TARA                      |       | B-1    | B-03              | C-1    | C-3     |
| Peso de la Tara              | gr.   | 44.15  | 48.52             | 45.89  | 46.84   |
| Peso del Suelo Humedo + Tara | gr.   | 425.26 | 452.61            | 285.56 | 295.65  |
| Peso del Suelo Seco + Tara   | gr.   | 385.95 | 418.76            | 257.16 | 261.99  |
| Peso del Agua                | gr.   | 39.31  | 33.85             | 28.40  | 33.66   |
| Peso del Suelo Seco          | gr.   | 341.80 | 370.24            | 211.27 | 215.15  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD         | %     | 11.50  | 9.14              | 13.44  | 15.64   |
| DENSIDAD SECA DEL SUELO      | gr/cc | 1.985  | 1.908             | 1.966  | 1.867   |

METODO : C

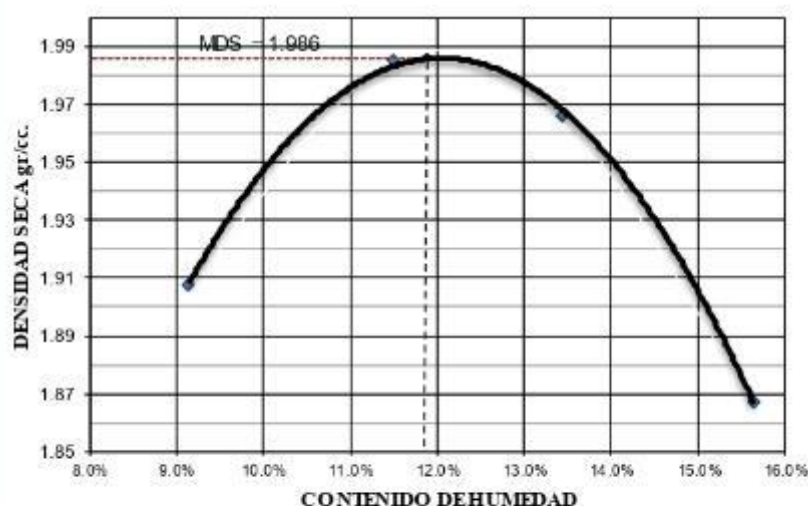
MAXIMA DENSIDAD SECA :

1.986 gr/cc

HUMEDAD OPTIMA :

11.89 %

#### CURVA DE COMPACTACIÓN







### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



#### ENSAYO CALIFORNIA BERING RATIO (CBR) ASTM D 1883

|                     |                                                                                                                                       |                      |                               |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| <b>PROYECTO :</b>   | "ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO – MAÑAZO" | <b>MUESTRA :</b>     | SUCS: GP<br>AASHTO: A-1-a (0) |
| <b>SOLICITANTE:</b> | BACH. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO                                                                                                     | <b>PROFUNDIDAD :</b> | 1.50m                         |
| <b>LUGAR :</b>      | DISTRITO PUNO                                                                                                                         | <b>CALICATA :</b>    | C-2                           |
| <b>FECHA :</b>      | MAYO DEL 2021                                                                                                                         | <b>EMBEBIDO :</b>    | 4 DÍAS                        |
| <b>REFERENCIA :</b> | PROYECTO DE TESIS                                                                                                                     |                      |                               |

| MOLDE No                  |        | A-11        |          | C-12        |          | D-01        |          |
|---------------------------|--------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| No DE CAPAS               |        | 5           |          | 5           |          | 5           |          |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA |        | 56          |          | 25          |          | 12          |          |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA |        | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr.    | 12651       | 12672    | 11985       | 12025    | 13254       | 13312    |
| Peso del Molde            | gr.    | 7861        | 7862     | 7356        | 7356     | 8911        | 8912     |
| Peso del Suelo Humedo     | gr.    | 4790        | 4810     | 4629        | 4669     | 4343        | 4400     |
| Volumen del Suelo         | cc.    | 2121        | 2121     | 2122        | 2122     | 2123        | 2123     |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cc. | 2.259       | 2.268    | 2.182       | 2.201    | 2.045       | 2.072    |

| Capsula No                    | No     | B-1    | B-2    | C-1    | C-2    | D-1    | D-2    |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capsula        | gr.    | 263.25 | 261.25 | 230.52 | 382.52 | 251.00 | 301.25 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr.    | 241.65 | 254.73 | 211.69 | 345.12 | 230.12 | 266.01 |
| Peso del Agua                 | gr.    | 21.60  | 26.52  | 18.83  | 37.40  | 20.88  | 35.24  |
| Peso de la Capsula            | gr.    | 48.58  | 44.59  | 46.85  | 51.25  | 48.52  | 45.29  |
| Peso del Suelo Seco           | gr.    | 193.07 | 210.14 | 164.84 | 293.87 | 181.60 | 220.72 |
| % de Humedad                  | %      | 11.19% | 12.62% | 11.42% | 12.73% | 11.50% | 15.97% |
| Promedio de Humedad           | %      | 11.19% | 12.62% | 11.42% | 12.73% | 11.50% | 15.97% |
| Densidad del Suelo Seco       | gr/cc. | 2.031  | 2.014  | 1.958  | 1.952  | 1.834  | 1.787  |

#### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora        | Tiempo | Dial   | Expansion |       | Dial  | Expansion |       | Dial  | Expansion |       |
|------------|-------------|--------|--------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|
|            |             |        |        | mm        | %     |       | mm        | %     |       | mm        | %     |
| 04/06/2021 | 09:30 a. m. | 0      | 15.258 | 0.000     | 0.000 | 5.265 | 0.000     | 0.000 | 8.596 | 0.000     | 0.000 |
| 05/06/2021 | 09:30 a. m. | 24h    | 15.258 | 0.000     | 0.000 | 5.267 | 0.002     | 0.002 | 8.598 | 0.002     | 0.002 |
| 06/06/2021 | 09:30 a. m. | 72h    | 15.259 | 0.001     | 0.001 | 5.268 | 0.003     | 0.003 | 8.601 | 0.005     | 0.004 |
| 07/06/2021 | 09:30 p. m. | 96h    | 15.260 | 0.002     | 0.002 | 5.270 | 0.005     | 0.004 | 8.603 | 0.007     | 0.006 |

#### PENETRACIÓN

| Penetración (mm) | Tiempo (Seg) | Carga Est. | MOLDE No A-11 |      |                    |         | MOLDE No C-12 |       |                    |         | MOLDE No D-01 |       |                    |         |
|------------------|--------------|------------|---------------|------|--------------------|---------|---------------|-------|--------------------|---------|---------------|-------|--------------------|---------|
|                  |              |            | Dial          | Kg   | Kg/cm <sup>2</sup> | Correc. | Dial          | Kg    | Kg/cm <sup>2</sup> | Correc. | Dial          | Kg    | Kg/cm <sup>2</sup> | Correc. |
| 0                | 00:00        |            | 0.0           | 0.0  |                    |         | 0.0           | 0.00  |                    |         | 0.0           | 0.00  |                    |         |
| 0.63             | 00:30        |            | 95.2          | 4.9  |                    |         | 72.5          | 3.74  |                    |         | 40.2          | 2.07  |                    |         |
| 1.27             | 01:00        |            | 185.3         | 9.6  |                    |         | 142.8         | 7.36  |                    |         | 98.3          | 5.06  |                    |         |
| 1.91             | 01:30        |            | 269.6         | 13.9 |                    |         | 201.8         | 10.40 |                    |         | 159.7         | 8.23  |                    |         |
| 2.54             | 02:00        | 70.31      | 385.0         | 19.8 |                    |         | 298.5         | 15.39 |                    |         | 215.4         | 11.10 |                    |         |
| 3.17             | 02:30        |            | 489.6         | 25.2 |                    |         | 389.3         | 20.06 |                    |         | 298.5         | 15.39 |                    |         |
| 3.81             | 03:00        |            | 615.3         | 31.7 |                    |         | 501.2         | 25.83 |                    |         | 387.9         | 19.99 |                    |         |
| 5.09             | 04:00        | 105.00     | 784.3         | 40.4 |                    |         | 689.3         | 35.53 |                    |         | 475.8         | 24.53 |                    |         |
| 6.35             | 05:00        |            | 985.3         | 50.8 |                    |         | 881.7         | 45.45 |                    |         | 587.2         | 30.27 |                    |         |
| 7.62             | 06:00        |            | 1025.8        | 56.0 |                    |         | 1005.8        | 51.85 |                    |         | 652.2         | 33.62 |                    |         |
| 8.89             | 07:00        |            | 1058.9        | 70.0 |                    |         | 1145.1        | 59.03 |                    |         | 714.5         | 36.83 |                    |         |
| 10.16            | 08:00        |            | 1082.3        | 81.6 |                    |         | 1352.3        | 69.71 |                    |         | 765.8         | 39.47 |                    |         |
| 12.7             | 10:00        |            | 1058.2        | 65.8 |                    |         | 1089.6        | 81.94 |                    |         | 848.9         | 43.65 |                    |         |

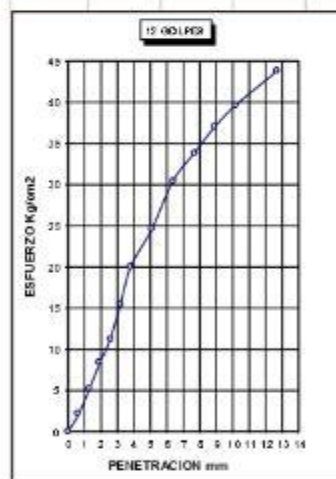
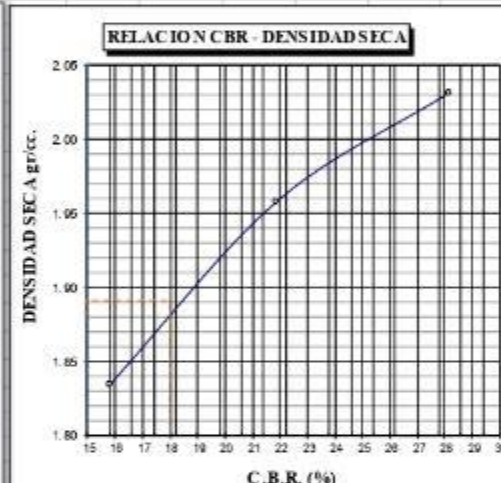
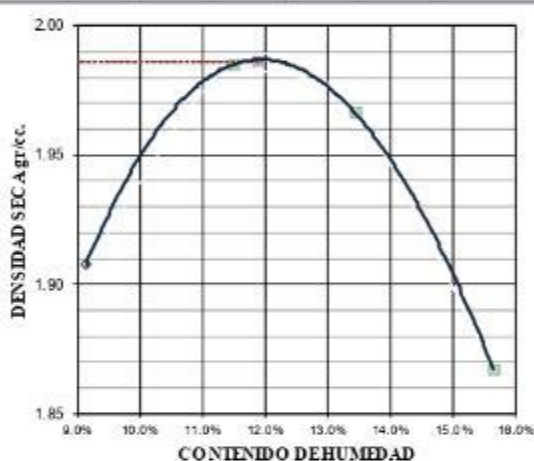


### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

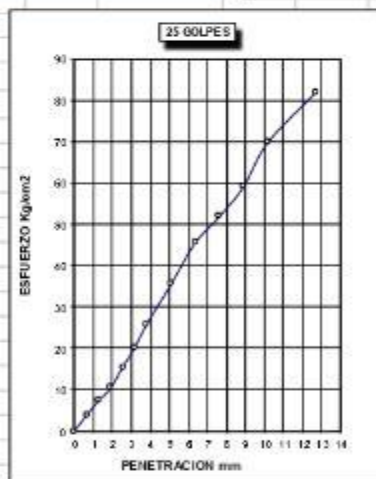


#### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) (ASTM D 1883)

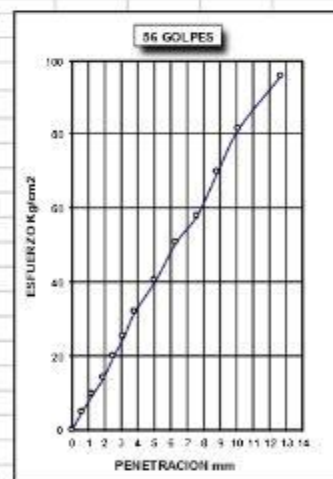
|             |                                                                                                                                          |                                        |                               |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|
| PROYECTO:   | : "ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO - MAÑAZO" | METODO DE COMPACTACION (ASTM D1557-91) | C                             |
|             |                                                                                                                                          | MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc.)          | 1.99                          |
|             |                                                                                                                                          | HUMEDAD OPTIMA (%)                     | 11.89%                        |
| SOLICITADO: | : BACH. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO                                                                                                      | CBR AL 100% DE M.D.S. (%)              | 28.2%                         |
| UBICACIÓN:  | : DISTRITO PUNO                                                                                                                          | CBR AL 95% DE M.D.S. (%)               | 18.2%                         |
| FECHA:      | : MAYO DEL 2021                                                                                                                          | MUESTRA                                | SUCS: GP<br>AASHTO: A-1-a (0) |
| REFERENCIA: | : PROYECTO DE TESIS                                                                                                                      | EM BEBIDO                              | 4 DIAS                        |



CBR (CORR.)= 16%



CBR (CORR.)= 22%



CBR (CORR.)= 28%





## ENSAYOS DE LABORATORIO CANTERA ALTO PUNO



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA



**PROYECTO** : ESTABILIZACION QUIMICA DE SUELO CON CAL EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO  
KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO-MAÑAZO"  
**SOLICITANTE** : Bach. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO  
**MUESTRA** : SUELO NATURAL  
**FECHA** : JUNIO DEL 2021

### CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

**DATOS DE LA MUESTRA:** SUELO NATURAL  
**UBICACIÓN :** C.P. ALTO PUNO - PUNO  
**CANTERA :** ALTO PUNO

| Nro De Tara               | H-01    | H-03   | P-08   |
|---------------------------|---------|--------|--------|
| Peso de Tara              | 47.67   | 43.16  | 47.32  |
| Peso de Tara + M. Humeda  | 445.09  | 420.48 | 342.44 |
| Peso de Tara + M. Seca    | 408.38  | 388.78 | 312.71 |
| Peso de Agua              | 36.71   | 31.70  | 29.73  |
| Peso Muestra Seca         | 360.71  | 345.62 | 265.39 |
| Contenido de humedad W%   | 10.18   | 9.17   | 11.20  |
| Promedio cont. Humedad W% | 10.18 % |        |        |

**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el solicitante.



### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA



**PROYECTO** : ESTABILIZACION QUIMICA DE SUELO CON CAL EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO-MAÑAZO\*

**SOLICITANTE** : Bach. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO

**MUESTRA** : SUELO NATURAL

**FECHA** : JUNIO DEL 2021

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D421)

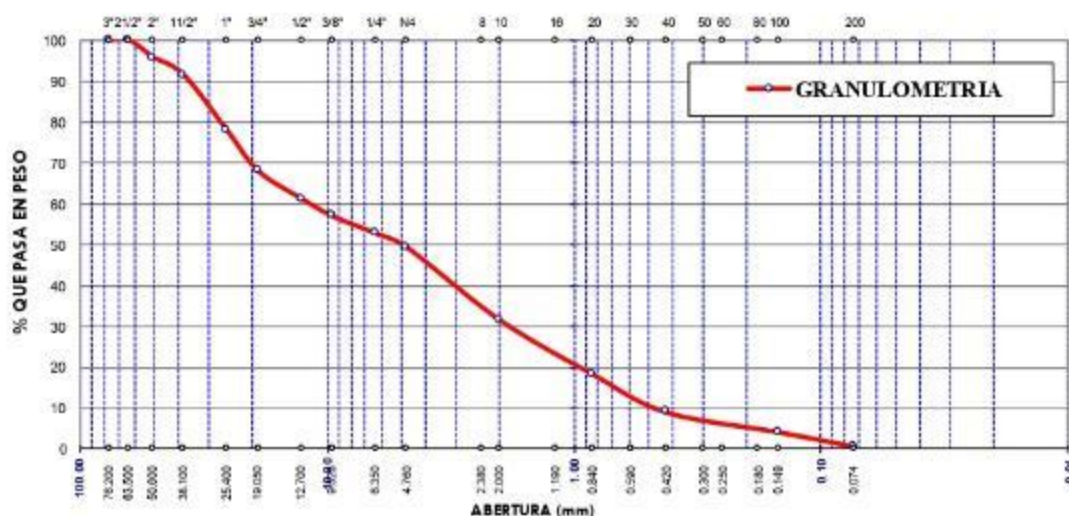
**DATOS DE LA MUESTRA** SUELO NATURAL

**UBICACIÓN** : C.P. ALTO PUNO - PUNO

**CANtera** : ALTO PUNO

| Nº DE MALLAS | ABERT. DE MALL. (mm) | PESO RETENIDO | % RET. PARCIAL | % RET. ACUMUL | % QUE PASA | ESPECIFICACION | DESCRIPCION DE LA MUESTRA                    |
|--------------|----------------------|---------------|----------------|---------------|------------|----------------|----------------------------------------------|
| 3"           | 76.200               |               |                | 0.00          | 100.00     |                | Peso Inicial : 8656.0 gr                     |
| 2 1/2"       | 63.500               |               | 0.00           | 0.00          | 100.00     |                | <b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>               |
| 2"           | 50.800               | 354.32        | 4.09           | 4.09          | 95.91      |                | Limite Liquido : 29.48%                      |
| 1 1/2"       | 38.100               | 382.06        | 4.41           | 8.51          | 91.49      |                | Limite Plastico : 25.48%                     |
| 1"           | 25.400               | 1176.59       | 13.59          | 22.10         | 77.90      |                | Indice Plastico : 3.98%                      |
| 3/4"         | 19.050               | 850.30        | 9.82           | 31.92         | 68.08      |                | <b>CLASIFICACION DEL SUELO</b>               |
| 1/2"         | 12.700               | 588.55        | 6.80           | 38.72         | 61.28      |                | AASHTO : A-1-a (0)                           |
| 3/8"         | 9.525                | 367.67        | 4.25           | 42.97         | 57.03      |                | SUCS : GP                                    |
| 1/4"         | 6.350                | 367.67        | 4.25           | 47.22         | 52.78      |                | % de Grava : 50.62 %                         |
| Nº 4         | 4.760                | 662.1         | 7.65           | 50.62         | 49.38      |                | % de Arena : 48.64 %                         |
| Nº 6         | 3.360                |               |                |               |            |                | % Pasa Nº 200 : 0.75 %                       |
| Nº 8         | 2.380                | 48.59         | 12.00          | 62.62         | 37.38      |                | Grava mal graduada, mezclas de grava y arena |
| Nº 10        | 2.000                | 23.44         | 5.79           | 68.40         | 31.60      |                | <b>Observaciones :</b>                       |
| Nº 16        | 1.190                |               |                |               |            |                |                                              |
| Nº 20        | 0.840                | 53.73         | 13.27          | 81.67         | 18.33      |                |                                              |
| Nº 30        | 0.590                |               | 0.00           |               |            |                |                                              |
| Nº 40        | 0.426                | 37.24         | 9.19           | 90.86         | 9.14       |                |                                              |
| Nº 50        | 0.297                | 12.62         | 3.12           | 93.98         | 6.02       |                |                                              |
| Nº 60        | 0.177                |               |                |               |            |                |                                              |
| Nº 100       | 0.149                | 7.13          | 1.76           | 95.74         | 4.26       |                |                                              |
| Nº 200       | 0.074                | 14.23         | 3.51           | 99.25         | 0.75       |                |                                              |
| -200         |                      | 3.02          | 0.75           | 100.00        | 0.00       |                |                                              |

### CURVA GRANULOMETRICA MALLAS U.S. STANDARD





### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA



#### PROYECTO

: ESTABILIZACION QUIMICA DE SUELO CON CAL EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO  
KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO-MAÑAZO"

#### SOLICITANTE

: Bach. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO

#### MUESTRA

: SUELO NATURAL

#### FECHA

: JUNIO DEL 2021

### LIMITES DE CONSISTENCIA (LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)

DATOS DE LA MUESTRA: SUELO NATURAL

UBICACIÓN : C.P. ALTO PUNO - PUNO

CANtera : ALTO PUNO

#### LIMITE LIQUIDO

| # Tara            |     | L-11  | L-12  | L-13  | L-14  |
|-------------------|-----|-------|-------|-------|-------|
| Peso de la Tara   | gr. | 27.94 | 35.02 | 26.68 | 27.54 |
| T. + Suelo Húmedo | gr. | 44.03 | 62.46 | 50.27 | 39.10 |
| T. + Suelo Seco   | gr. | 40.30 | 56.79 | 44.44 | 36.21 |
| Peso del Agua     | gr. | 3.73  | 5.67  | 5.83  | 2.89  |
| Suelo Seco        | gr. | 12.36 | 21.77 | 17.76 | 8.67  |
| % de Humedad      |     | 30.18 | 26.05 | 32.83 | 33.33 |
| Nro. De Golpes    |     | 31    | 21    | 18    | 27    |

#### LIMITE PLASTICO

| # Tara            |     | L-15  | L-22  | L-16  |  |
|-------------------|-----|-------|-------|-------|--|
| Peso de la Tara   | gr. | 28.16 | 27.21 | 28.21 |  |
| T. + Suelo Húmedo | gr. | 32.16 | 31.92 | 32.25 |  |
| T. + Suelo Seco   | gr. | 31.48 | 30.91 | 31.35 |  |
| Peso del Agua     | gr. | 0.68  | 1.01  | 0.90  |  |
| Suelo Seco        | gr. | 3.32  | 3.70  | 3.14  |  |
| % de Humedad      |     | 20.5  | 27.3  | 28.7  |  |

LIMITE LIQUIDO

L.L. = 29.46 %

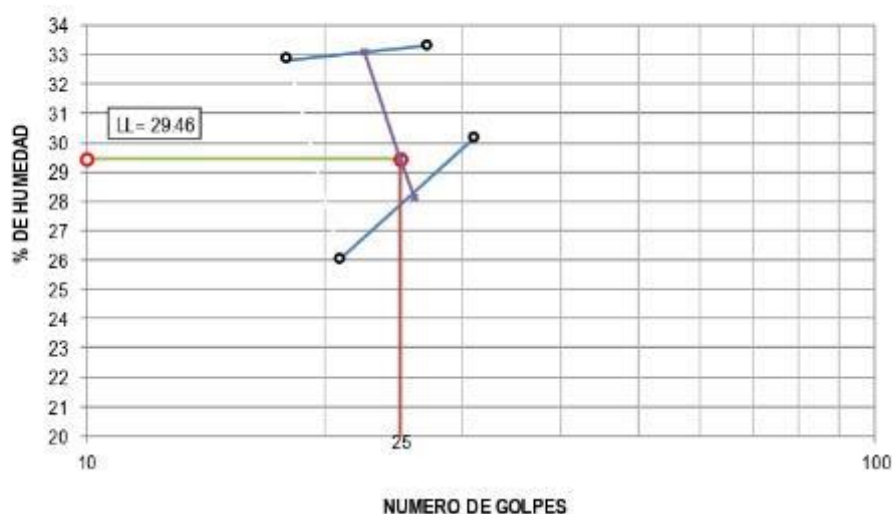
LIMITE PLASTICO

L.P. = 25.48 %

INDICE DE PLASTICIDAD

I.P. = 3.98 %

#### GRAFICA DE LIMITE LIQUIDO







### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA



#### PROYECTO

: ESTABILIZACION QUIMICA DE SUELO CON CAL EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO  
KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO-MAÑAZO\*

#### SOLICITANTE

: Bach. JUAN VLADIMIR LIMISE BERRIO

#### MUESTRA

: SUELO NATURAL

#### FECHA

: JUNIO DEL 2021

### LIMITE DE CONSISTENCIA (LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)

DATOS DE LA MUESTRA: SUELO NATURAL + 2% CAL

UBICACIÓN: C. P. ALTO PUNO - PUNO

CANTERA: ALTO PUNO

#### LIMITE LIQUIDO

| # Tara            |     | L-01  | L-02  | L-04  | L-03  |
|-------------------|-----|-------|-------|-------|-------|
| Peso de la Tara   | gr. | 26.72 | 35.05 | 29.62 | 28.15 |
| T. + Suelo Húmedo | gr. | 45.01 | 59.08 | 43.26 | 41.47 |
| T. + Suelo Seco   | gr. | 39.85 | 52.54 | 39.95 | 37.91 |
| Peso del Agua     | gr. | 5.16  | 6.54  | 3.31  | 3.56  |
| Suelo Seco        | gr. | 13.13 | 17.49 | 10.33 | 9.76  |
| % de Humedad      |     | 39.30 | 37.39 | 32.04 | 36.48 |
| Nro. De Golpes    |     | 10    | 17    | 33    | 27    |

#### LIMITE PLASTICO

| # Tara            |     | L-05  | L-02  | L-06  |  |
|-------------------|-----|-------|-------|-------|--|
| Peso de la Tara   | gr. | 28.48 | 27.95 | 28.21 |  |
| T. + Suelo Húmedo | gr. | 35.49 | 34.66 | 32.25 |  |
| T. + Suelo Seco   | gr. | 33.66 | 33.05 | 31.35 |  |
| Peso del Agua     | gr. | 1.83  | 1.61  | 0.90  |  |
| Suelo Seco        | gr. | 5.18  | 5.10  | 3.14  |  |
| % de Humedad      |     | 35.3  | 31.6  | 28.7  |  |

LIMITE LIQUIDO

LL = 35.19 %

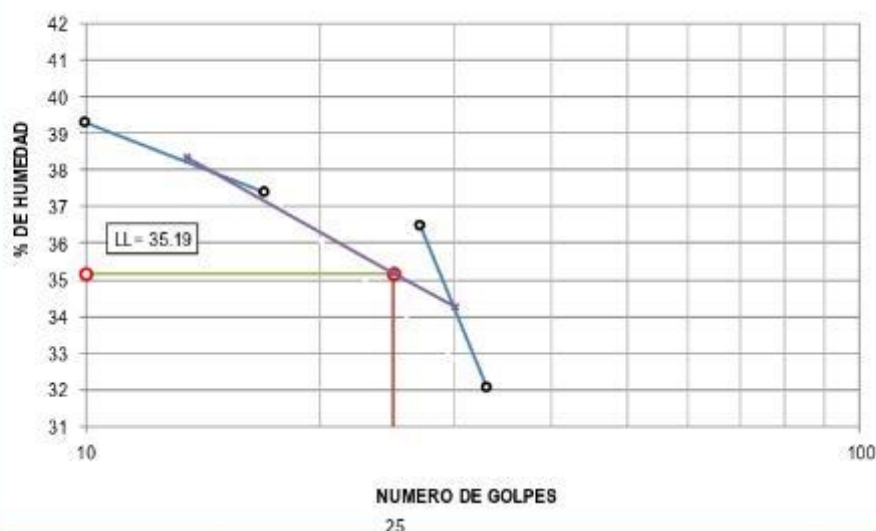
LIMITE PLASTICO

LP = 31.85 %

INDICE DE PLASTICIDAD

LP = 3.34 %

#### GRAFICA DE LIMITE LIQUIDO





### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA



PROYECTO :

ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO  
KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO-MAÑAZO\*

SOLICITANTE :

Bach. JUAN VLADIMIR LIMSE BERRIO

MUESTRA :

SUELO NATURAL

FECHA :

JUNIO DEL 2021

### LIMITES DE CONSISTENCIA (LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO ASTM D 4318)

DATOS DE LA MUESTRA: SUELO NATURAL + 4 %

UBICACIÓN :

C.P. ALTO PUNO - PUNO

CANTERA :

ALTO PUNO

#### LÍMITE LÍQUIDO

| # Tara            |     | L-01  | L-02  | L-04  | L-03  |
|-------------------|-----|-------|-------|-------|-------|
| Peso de la Tara   | gr. | 10.82 | 10.65 | 10.45 | 10.47 |
| T. + Suelo Húmedo | gr. | 29.77 | 29.35 | 29.15 | 30.48 |
| T. + Suelo Seco   | gr. | 24.88 | 24.93 | 24.77 | 25.69 |
| Peso del Agua     | gr. | 4.89  | 4.42  | 4.38  | 4.79  |
| Suelo Seco        | gr. | 14.06 | 14.28 | 14.32 | 15.22 |
| % de Humedad      |     | 34.78 | 30.95 | 30.59 | 31.47 |
| Nro. De Golpes    |     | 12    | 18    | 21    | 31    |

#### LÍMITE PLÁSTICO

| # Tara            |     | L-05  | L-01  | L-06  |  |
|-------------------|-----|-------|-------|-------|--|
| Peso de la Tara   | gr. | 10.87 | 10.27 | 10.45 |  |
| T. + Suelo Húmedo | gr. | 16.88 | 15.37 | 17.52 |  |
| T. + Suelo Seco   | gr. | 15.61 | 14.27 | 15.91 |  |
| Peso del Agua     | gr. | 1.27  | 1.10  | 1.61  |  |
| Suelo Seco        | gr. | 4.74  | 4.00  | 5.46  |  |
| % de Humedad      |     | 26.79 | 27.50 | 29.49 |  |

LÍMITE LÍQUIDO

L.L. = 31.2 %

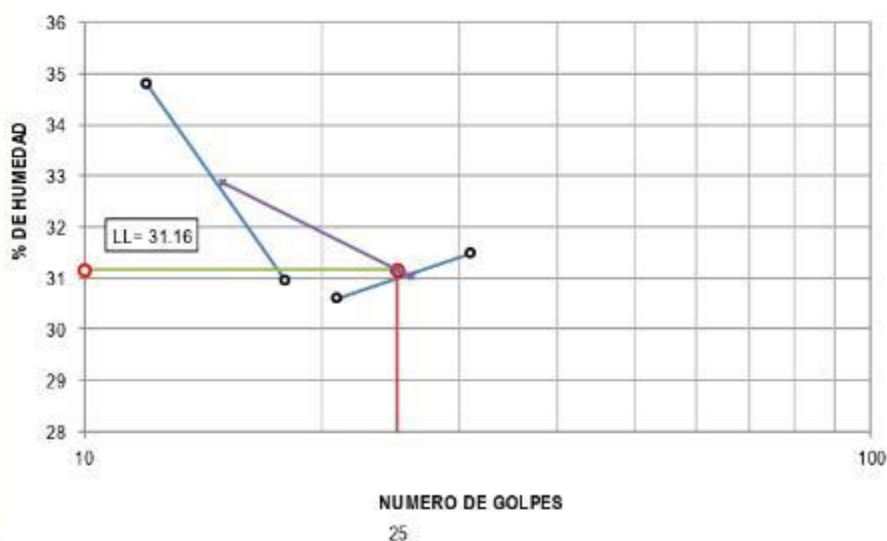
LÍMITE PLÁSTICO

L.P. = 27.9 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

L.P. = 3.23 %

#### GRÁFICA DE LÍMITE LÍQUIDO





### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA



PROYECTO :

: \* ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO – MAÑAZO

SOLICITANTE :

: Bach. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO

MUESTRA :

: SUELO NATURAL + CAL 6%

FECHA :

: JUNIO DEL 2021

### LIMITES DE CONSISTENCIA (LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)

DATOS DE LA MUESTRA: SUELO NATURAL + CAL 6%

UBICACIÓN: C.P. ALTO PUNO

CANtera: ALTO PUNO

#### LIMITE LIQUIDO

| # Tara            |     | H-02  | H-07  | H-04  | H-06  |
|-------------------|-----|-------|-------|-------|-------|
| Peso de la Tara   | gr. | 27.98 | 27.96 | 27.33 | 27.63 |
| T. + Suelo Húmedo | gr. | 50.08 | 57.84 | 44.25 | 44.26 |
| T. + Suelo Seco   | gr. | 44.26 | 50.32 | 40.23 | 40.00 |
| Peso del Agua     | gr. | 5.82  | 7.52  | 4.02  | 4.26  |
| Suelo Seco        | gr. | 16.28 | 22.36 | 12.90 | 12.37 |
| % de Humedad      |     | 35.75 | 33.63 | 31.16 | 34.44 |
| Nro. De Golpes    |     | 14    | 18    | 34    | 25    |

#### LIMITE PLASTICO

| # Tara            |     | L-05  | L-02  | L-06  |  |
|-------------------|-----|-------|-------|-------|--|
| Peso de la Tara   | gr. | 27.91 | 27.21 | 27.41 |  |
| T. + Suelo Húmedo | gr. | 33.06 | 32.31 | 32.50 |  |
| T. + Suelo Seco   | gr. | 31.86 | 31.07 | 31.35 |  |
| Peso del Agua     | gr. | 1.20  | 1.24  | 1.15  |  |
| Suelo Seco        | gr. | 3.95  | 3.86  | 3.94  |  |
| % de Humedad      |     | 30.4  | 32.1  | 29.2  |  |

LIMITE LIQUIDO

LL = 33.31 %

LIMITE PLASTICO

LP = 30.56 %

INDICE DE PLASTICIDAD

I.P. = 2.75 %

#### GRAFICA DE LIMITE LIQUIDO







### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA



#### PROYECTO

: \* ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO – MAÑAZO \*

#### SOLICITANTE

: Bach. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO

#### MUESTRA

: SUELO NATURAL + CAL 8%

#### FECHA

: JUNIO DEL 2021

### LIMITES DE CONSISTENCIA (LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)

DATOS DE LA MUESTRA: SUELO NATURAL + CAL 8%

UBICACIÓN: C. P. ALTO PUNO

CANTERA: ALTO PUNO

#### LIMITE LIQUIDO

| # Tara            |     | L-01  | L-02  | L-04  | L-03  |
|-------------------|-----|-------|-------|-------|-------|
| Peso de la Tara   | gr. | 27.94 | 28.94 | 28.16 | 35.03 |
| T. + Suelo Húmedo | gr. | 53.68 | 53.24 | 50.76 | 60.98 |
| T. + Suelo Seco   | gr. | 46.71 | 46.72 | 44.97 | 54.67 |
| Peso del Agua     | gr. | 6.97  | 6.52  | 5.79  | 6.31  |
| Suelo Seco        | gr. | 18.77 | 17.78 | 16.81 | 19.64 |
| % de Humedad      |     | 37.13 | 36.67 | 34.44 | 32.13 |
| Nro. De Golpes    |     | 11    | 17    | 22    | 31    |

#### LIMITE PLASTICO

| # Tara            |     | L-05  | L-02  | L-06  |  |
|-------------------|-----|-------|-------|-------|--|
| Peso de la Tara   | gr. | 27.29 | 10.82 | 27.22 |  |
| T. + Suelo Húmedo | gr. | 30.92 | 14.58 | 30.85 |  |
| T. + Suelo Seco   | gr. | 30.04 | 13.72 | 29.95 |  |
| Peso del Agua     | gr. | 0.88  | 0.86  | 0.90  |  |
| Suelo Seco        | gr. | 2.75  | 2.90  | 2.73  |  |
| % de Humedad      |     | 32.0  | 29.7  | 33.0  |  |

LIMITE LIQUIDO

LL. = 33.62 %

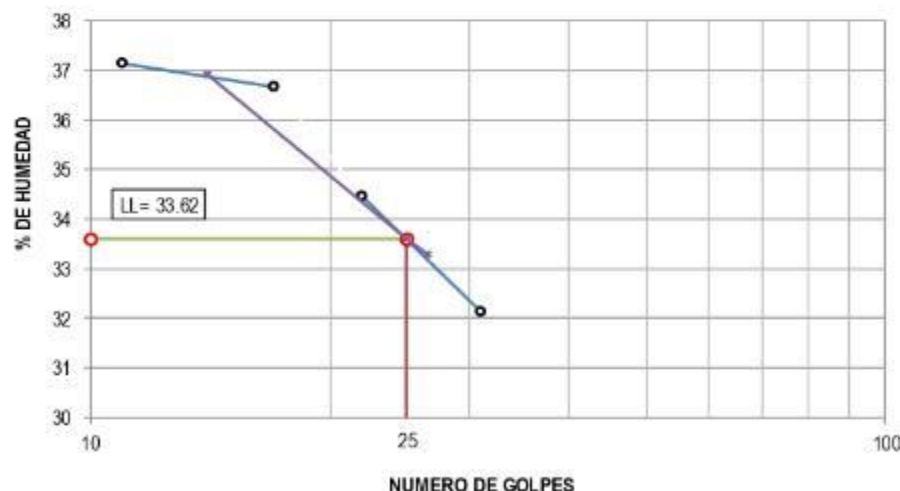
LIMITE PLASTICO

LP. = 31.54 %

INDICE DE PLASTICIDAD

I.P. = 2.08 %

#### GRAFICA DE LIMITE LIQUIDO





### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



#### PROYECTO

: "ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO – MAÑAZO"

#### SOLICITANTE

: BACH. JUAN VLADIMIR LIMSE BERRIO

#### UBICACION

: DISTRITO PUNO

#### FECHA

: JUNIO DEL 2021

#### REFERENCIA

: PROYECTO DE TESIS

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141, ASTM D 1557)

#### DATOS DE LA MUESTRA:

**SUELO NATURAL**

#### UBICACIÓN :

C.P. ALTO PUNO

#### CANTERA :

ALTO PUNO

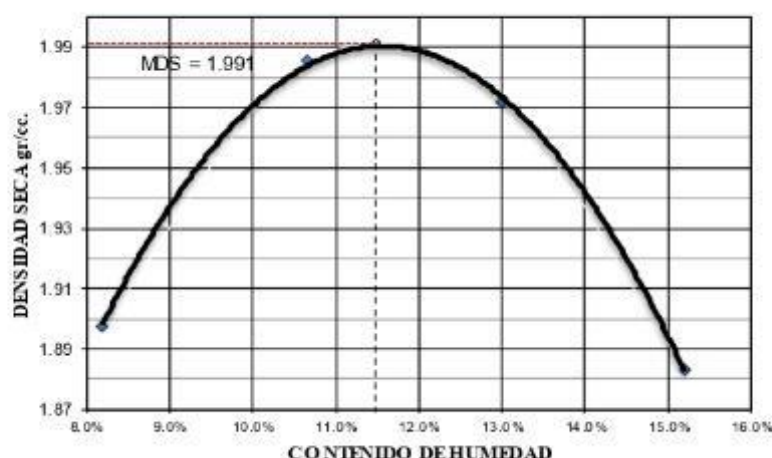
#### PROFUNDIDAD :

0+00

| MOLDE No                     |       | 1      | VOLUMEN DEL MOLDE |        | 2114 cc |
|------------------------------|-------|--------|-------------------|--------|---------|
| No DE CAPAS                  |       | 5      | GOLPES POR CAPA   |        | 56      |
| Peso Suelo Humedo + Molde    | gr.   | 13708  | 13404             | 13774  | 13650   |
| Peso del Molde               | gr.   | 9063   | 9063              | 9063   | 9063    |
| Peso del Suelo Humedo        | gr.   | 4645   | 4341              | 4711   | 4587    |
| Densidad del Suelo Humedo    | gr/cc | 2.20   | 2.05              | 2.23   | 2.17    |
| Nº TARA                      |       | H-30   | P-08              | N-10   | H-02    |
| Peso de la Tara              | gr.   | 43.16  | 47.67             | 46.67  | 47.36   |
| Peso del Suelo Humedo + Tara | gr.   | 420.48 | 445.09            | 281.29 | 290.18  |
| Peso del Suelo Seco + Tara   | gr.   | 384.15 | 415.00            | 255.68 | 260.00  |
| Peso del Agua                | gr.   | 36.33  | 30.09             | 25.61  | 30.18   |
| Peso del Suelo Seco          | gr.   | 340.99 | 367.33            | 209.01 | 212.64  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD         | %     | 10.65  | 8.19              | 13.00  | 15.20   |
| DENSIDAD SECA DEL SUELO      | gr/cc | 1.985  | 1.898             | 1.972  | 1.883   |

|            |                      |               |
|------------|----------------------|---------------|
| METODO : C | MAXIMA DENSIDAD SECA | : 1.991 gr/cc |
|            | HUMEDAD OPTIMA       | : 11.60 %     |

#### CURVA DE COMPACTACIÓN







### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



#### ENSAYO CALIFORNIA BERINGRATIO (CBR) ASTM D 1883

|                      |                                                                                                                                        |                      |                               |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| <b>PROYECTO :</b>    | "ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO - MAÑAZO" | <b>MUESTRA :</b>     | SUCS: GP<br>AASHTO: A-1-a (0) |
| <b>SOLICITANTE :</b> | BACH. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO                                                                                                      | <b>PROFUNDIDAD :</b> | 1.50m.                        |
| <b>LUGAR :</b>       | DISTRITO PUNO                                                                                                                          | <b>CALICATA :</b>    | C-1                           |
| <b>FECHA :</b>       | JUNIO DEL 2021                                                                                                                         | <b>EMBEBIDO :</b>    | 4 DÍAS                        |
| <b>REFERENCIA :</b>  | PROYECTO DE TESIS                                                                                                                      |                      |                               |

| MOLDE No                  | 08/25                | HP                   | A-20                 |
|---------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| No DE CAPAS               | 5                    | 5                    | 5                    |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 56                   | 25                   | 12                   |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SIN SATURAR SATURADO | SIN SATURAR SATURADO | SIN SATURAR SATURADO |

|                           |        |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr.    | 11644 | 11660 | 12815 | 12964 | 12053 | 12191 |
| Peso del Molde            | gr.    | 6845  | 6845  | 8229  | 8229  | 7726  | 7726  |
| Peso del Suelo Humedo     | gr.    | 4799  | 4815  | 4586  | 4635  | 4327  | 4465  |
| Volumen del Suelo         | cc.    | 2121  | 2121  | 2122  | 2122  | 2123  | 2123  |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cc. | 2.263 | 2.270 | 2.162 | 2.185 | 2.038 | 2.103 |

|                               |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Capsula No                    | No     | H-020  | P-09   | P-08   | P-07   | 110    | 108    |
| Suelo Humedo + Capsula        | gr.    | 253.86 | 280.10 | 240.01 | 362.65 | 80.81  | 291.81 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr.    | 233.33 | 253.77 | 220.21 | 327.83 | 67.35  | 257.33 |
| Peso del Agua                 | gr.    | 20.53  | 26.36  | 19.80  | 34.82  | 13.46  | 34.48  |
| Peso de la Capsula            | gr.    | 49.48  | 45.50  | 47.33  | 57.59  | 47.40  | 46.73  |
| Peso del Suelo Seco           | gr.    | 183.85 | 208.27 | 172.88 | 270.24 | 18.95  | 210.60 |
| % de Humedad                  | %      | 11.17% | 12.66% | 11.45% | 12.88% | 11.22% | 16.37% |
| Promedio de Humedad           | %      | 11.17% | 12.66% | 11.45% | 12.88% | 11.22% | 16.37% |
| Densidad del Suelo Seco       | gr/cc. | 2.036  | 2.015  | 1.939  | 1.935  | 1.832  | 1.807  |

#### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora   | Tiempo | Dial  | Expansion |       | Dial  | Expansion |       | Dial  | Expansion |       |
|------------|--------|--------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|
|            |        |        |       | mm        | %     |       | mm        | %     |       | mm        | %     |
| 17/06/2021 | 6:00pm | 0      | 7.669 | 0.000     | 0.000 | 7.410 | 0.000     | 0.000 | 7.793 | 0.000     | 0.000 |
| 18/06/2021 | 6:15pm | 24h    | 7.669 | 0.000     | 0.000 | 7.411 | 0.001     | 0.001 | 7.798 | 0.005     | 0.004 |
| 19/06/2021 | 6:13pm | 62h    | 7.670 | 0.001     | 0.001 | 7.412 | 0.002     | 0.002 | 7.804 | 0.011     | 0.009 |
| 20/06/2021 | 6:12pm | 88h    | 7.670 | 0.001     | 0.001 | 7.414 | 0.004     | 0.003 | 7.806 | 0.013     | 0.011 |

#### PENETRACIÓN

| Penetración (mm) | Tiempo (Seg) | Carga Est. | MOLDE No 08/25 |       |        |         | MOLDE No HP |        |        |         | MOLDE No A-20 |       |        |         |
|------------------|--------------|------------|----------------|-------|--------|---------|-------------|--------|--------|---------|---------------|-------|--------|---------|
|                  |              |            | Dial           | Kg    | Kg/cm2 | Correc. | Dial        | Kg     | Kg/cm2 | Correc. | Dial          | Kg    | Kg/cm2 | Correc. |
| 0                | 00:00        |            | 0.0            | 0.0   |        |         | 0.0         | 0.00   |        |         | 0.0           | 0.00  |        |         |
| 0.63             | 00:30        |            | 7.12           | 3.7   |        |         | 48.2        | 2.48   |        |         | 45.2          | 2.33  |        |         |
| 1.27             | 01:00        |            | 170.3          | 8.8   |        |         | 154.2       | 7.95   |        |         | 134.2         | 6.92  |        |         |
| 1.91             | 01:30        |            | 288.4          | 14.9  |        |         | 235.6       | 12.14  |        |         | 197.2         | 10.16 | 20     |         |
| 2.54             | 02:00        | 70.31      | 415.5          | 214   | 30     |         | 355.9       | 18.35  | 26     |         | 275.3         | 14.19 | 20     |         |
| 3.17             | 02:30        |            | 589.6          | 30.4  |        |         | 468.8       | 24.17  |        |         | 366.2         | 18.36 |        |         |
| 3.81             | 03:00        |            | 805.0          | 415   |        |         | 641.3       | 33.06  |        |         | 399.6         | 20.60 | 23     |         |
| 5.09             | 04:00        | 105.00     | 1025.6         | 58.0  | 55     |         | 890.2       | 45.89  | 44     |         | 459.6         | 23.89 | 23     |         |
| 6.35             | 05:00        |            | 1510.2         | 77.8  |        |         | 1141.8      | 58.86  |        |         | 527.8         | 27.21 |        |         |
| 7.62             | 06:00        |            | 1935.5         | 99.8  |        |         | 1334.3      | 68.78  |        |         | 590.3         | 30.43 |        |         |
| 8.89             | 07:00        |            | 2139.5         | 110.3 |        |         | 1499.3      | 77.28  |        |         | 650.9         | 33.55 |        |         |
| 10.16            | 08:00        |            | 2336.3         | 120.4 |        |         | 1641.2      | 84.60  |        |         | 712.40        | 36.72 |        |         |
| 12.7             | 10:00        |            | 2525.5         | 130.2 |        |         | 1995.8      | 102.88 |        |         | 836.50        | 43.12 |        |         |

OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el solicitante.

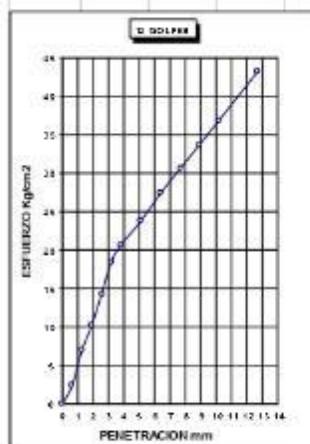
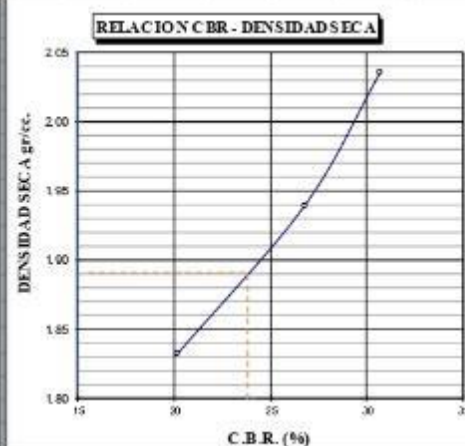
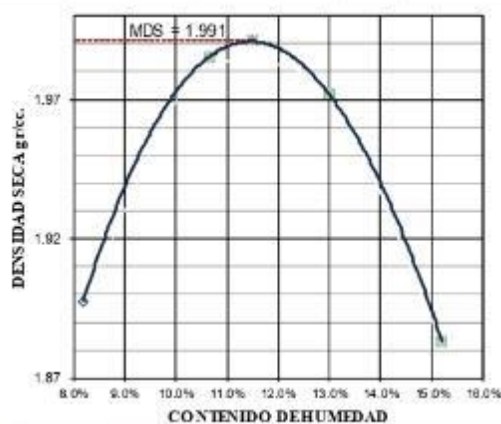


### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

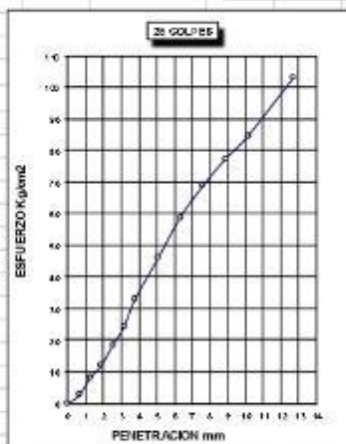


#### ENSAYO CALIFORNIA BERING RATIO (C.B.R.) (ASTM D 1883)

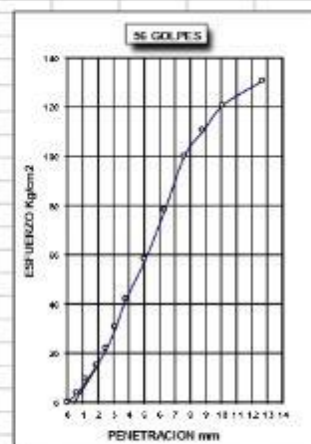
|             |                                                                                                                                          |                                        |                               |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|
| PROYECTO:   | : "ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO - MAÑAZO" | METODO DE COMPACTACION (ASTM D1557-91) | C                             |
|             |                                                                                                                                          | MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc.)          | 1.99                          |
| SOLICITADO: | : BACH. JUAN VLADIMIR LIMSE BERRIO                                                                                                       | HUMEDAD OPTIMA (%)                     | 11.50%                        |
|             |                                                                                                                                          | CBR AL 100% DE M.D.S. (%)              | 30.7%                         |
| UBICACIÓN:  | : DISTRITO PUNO                                                                                                                          | CBR AL 95% DE M.D.S. (%)               | 23.9%                         |
| FECHA:      | : JUNIO DEL 2021                                                                                                                         | MUESTRA                                | SUCS: GP<br>AASHTO: A-1-a (0) |
| REFERENCIA: | : PROYECTO DE TESIS                                                                                                                      | EMBEBIDO                               | 4 DIAS                        |



CBR (CORR.)= 20%



CBR (CORR.)= 27%



CBR (CORR.)= 30.7%





### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



#### PROYECTO

: " ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO – MAÑAZO"

#### SOLICITANTE

: Bach. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO

#### UBICACION

: DISTRITO DE PUNO

#### FECHA

: JULIO DEL 2021

#### REFERENCIA

: PROYECTO DE TESIS

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141, ASTM D 1557)

#### DATOS DE LA MUESTRA:

: SUELO NATURAL + 2 % CAL

#### UBICACIÓN :

: DISTRITO OUNO

#### CANtera :

: ALTO PUNO

#### PROFUNDIDAD :

: 1.50 m

| MOLDE No<br>No DE CAPAS      |       | 1      | VOLUMEN DEL MOLDE |        | 2114 cc |        |
|------------------------------|-------|--------|-------------------|--------|---------|--------|
|                              |       | 5      | GOLPES POR CAPA   |        | 56      |        |
| Peso Suelo Humedo + Molde    | gr.   | 13695  | 13831             | 13754  | 13671   | 13404  |
| Peso del Molde               | gr.   | 9063   | 9063              | 9063   | 9063    | 9063   |
| Peso del Suelo Humedo        | gr.   | 4632   | 4768              | 4691   | 4608    | 4341   |
| Densidad del Suelo Humedo    | gr/cc | 2.19   | 2.26              | 2.22   | 2.18    | 2.05   |
| Nº TARA                      |       | H-10   | 110               | H-01   | R-21    | R-22   |
| Peso de la Tara              | gr.   | 47.51  | 47.42             | 45.86  | 48.50   | 47.67  |
| Peso del Suelo Húmedo + Tara | gr.   | 332.15 | 318.40            | 274.70 | 314.87  | 345.25 |
| Peso del Suelo Seco + Tara   | gr.   | 305.12 | 290.71            | 250.00 | 285.00  | 318.29 |
| Peso del Agua                | gr.   | 27.03  | 27.69             | 24.70  | 29.87   | 26.96  |
| Peso del Suelo Seco          | gr.   | 257.61 | 243.29            | 204.14 | 236.50  | 270.62 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD         | %     | 10.49  | 11.38             | 12.10  | 12.63   | 9.96   |
| DENSIDAD SECA DEL SUELO      | gr/cc | 1.983  | 2.025             | 1.979  | 1.935   | 1.867  |

METODO : C

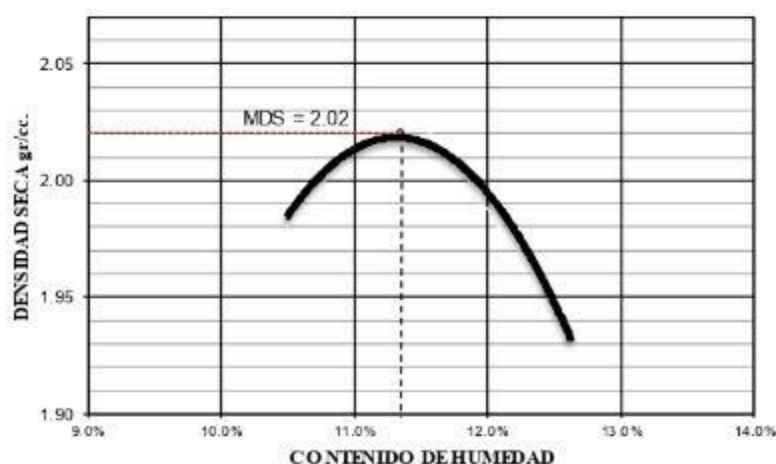
MAXIMA DENSIDAD SECA :

2.02 gr/cc

HUMEDAD OPTIMA :

11.35 %

### CURVA DE COMPACTACIÓN





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)**  
**ASTM D 1883**

|                                                                                                                                                     |                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| PROYECTO : " ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO - MAÑAZO " | MUESTRA : SUCS: GP<br>AASHTO: A-1-a ( 0 ) |
| SOLICITANTE : Bach. JUAN VLADIMIR LIMSE BERRIO                                                                                                      | PROFUNDIDAD : 0+00                        |
| LUGAR : DISTRITO DE PUNO                                                                                                                            | CALICATA : 01                             |
| FECHA : JULIO DEL 2021                                                                                                                              | EMBEDIDO : 4 DIAS                         |
| REFERENCIA : PROYECTO DE TESIS                                                                                                                      | CAL: 2%                                   |

|                           |             |          |             |          |             |          |
|---------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| MOLDE No                  | N2-56       |          | 3C-25       |          | N-7         |          |
| No DE CAPAS               | 5           |          | 5           |          | 5           |          |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 56          |          | 25          |          | 12          |          |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |

|                           |        |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr.    | 12711 | 12714 | 11324 | 11350 | 12708 | 12765 |
| Peso del Molde            | gr.    | 7994  | 7994  | 6668  | 6668  | 8207  | 8207  |
| Peso del Suelo Humedo     | gr.    | 4717  | 4720  | 4656  | 4682  | 4501  | 4558  |
| Volumen del Suelo         | cc.    | 2161  | 2161  | 2183  | 2183  | 2168  | 2168  |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cc. | 2.163 | 2.185 | 2.133 | 2.145 | 2.076 | 2.102 |

|                               |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Capsula No                    | No.    | H-01   | J-201  | R-21   | J-203  | H-10   | P-06   |
| Suelo Humedo + Capsula        | gr.    | 303.93 | 172.82 | 295.78 | 190.03 | 312.28 | 353.34 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr.    | 272.50 | 155.59 | 267.70 | 171.22 | 282.19 | 316.00 |
| Peso del Agua                 | gr.    | 31.43  | 17.23  | 28.08  | 18.81  | 30.09  | 37.34  |
| Peso de la Capsula            | gr.    | 45.83  | 26.47  | 48.50  | 26.4   | 47.46  | 52.29  |
| Peso del Suelo Seco           | gr.    | 226.67 | 129.12 | 219.20 | 144.88 | 234.73 | 263.71 |
| % de Humedad                  | %      | 13.87% | 13.34% | 12.81% | 12.97% | 12.82% | 14.16% |
| Promedio de Humedad           | %      | 13.87% | 13.34% | 12.81% | 12.97% | 12.82% | 14.16% |
| Densidad del Suelo Seco       | gr/cc. | 1.917  | 1.927  | 1.891  | 1.899  | 1.840  | 1.841  |

**EXPANSIÓN**

| Fecha      | Hora   | Tiempo | Dial  | Expansion |       | Dial  | Expansion |       | Dial  | Expansion |       |
|------------|--------|--------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|
|            |        |        |       | mm        | %     |       | mm        | %     |       | mm        | %     |
| 01/07/2021 | 3:00pm | 0      | 6.479 | 0.000     | 0.000 | 5.118 | 0.000     | 0.000 | 0.312 | 0.000     | 0.000 |
| 02/07/2021 | 3:00pm | 24h    | 6.480 | 0.001     | 0.001 | 5.118 | 0.000     | 0.000 | 0.316 | 0.004     | 0.003 |
| 03/07/2021 | 3:00pm | 62h    | 6.481 | 0.002     | 0.002 | 5.119 | 0.001     | 0.001 | 0.317 | 0.005     | 0.004 |
| 04/07/2021 | 3:00pm | 88h    | 6.481 | 0.002     | 0.002 | 5.121 | 0.003     | 0.003 | 0.319 | 0.007     | 0.006 |

**PENETRACIÓN**

| Penetración (mm) | Tiempo (Seg) | Carga Est. | MOLDE No N2-56 |       |        |         | MOLDE No 3C-25 |        |        |         | MOLDE No N-7 |        |        |         |
|------------------|--------------|------------|----------------|-------|--------|---------|----------------|--------|--------|---------|--------------|--------|--------|---------|
|                  |              |            | Dial           | Kg    | Kg/cm2 | Correc. | Dial           | Kg     | Kg/cm2 | Correc. | Dial         | Kg     | Kg/cm2 | Correc. |
| 0                | 00:00        |            | 0.0            | 0.0   |        |         | 0.00           | 0.00   |        |         | 0.0          | 0.00   |        |         |
| 0.63             | 00:30        |            | 321.3          | 16.8  |        |         | 62.23          | 7.85   |        |         | 35.9         | 185    |        |         |
| 1.27             | 01:00        |            | 512.8          | 26.4  |        |         | 289.50         | 11.82  |        |         | 98.8         | 508    |        |         |
| 1.91             | 01:30        |            | 701.5          | 36.2  |        |         | 425.90         | 21.95  |        |         | 227.4        | 1172   |        |         |
| 2.54             | 02:00        | 70.31      | 995.8          | 51.3  |        |         | 712.52         | 36.73  |        |         | 383.5        | 1977   |        |         |
| 3.17             | 02:30        |            | 1155.2         | 59.5  |        |         | 825.28         | 47.89  |        |         | 520.7        | 26.84  |        |         |
| 3.81             | 03:00        |            | 1354.4         | 69.8  |        |         | 1056.30        | 54.45  |        |         | 651.8        | 33.60  |        |         |
| 5.09             | 04:00        | 105.00     | 1652.6         | 85.2  | 11%    |         | 1334.60        | 68.79  | 16%    |         | 898.5        | 46.31  | 16%    |         |
| 6.35             | 05:00        |            | 1825.8         | 94.1  |        |         | 1641.70        | 84.62  |        |         | 1111.7       | 57.30  |        |         |
| 7.62             | 06:00        |            | 2098.7         | 108.2 |        |         | 1904.90        | 98.19  |        |         | 1302.8       | 67.15  |        |         |
| 8.89             | 07:00        |            | 2310.8         | 119.1 |        |         | 2199.40        | 110.79 |        |         | 1478.9       | 76.23  |        |         |
| 10.16            | 08:00        |            | 2592.7         | 133.6 |        |         | 2386.80        | 123.03 |        |         | 1650.8       | 85.09  |        |         |
| 12.7             | 10:00        |            | 353.8          | 182.6 |        |         | 2824.80        | 145.61 |        |         | 1877.9       | 101.95 |        |         |



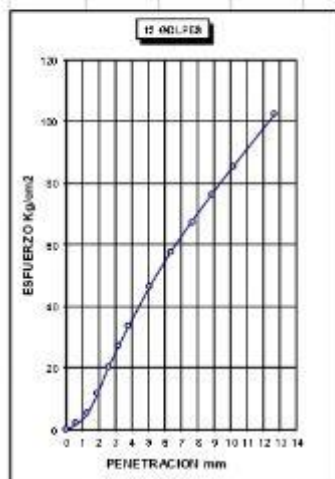
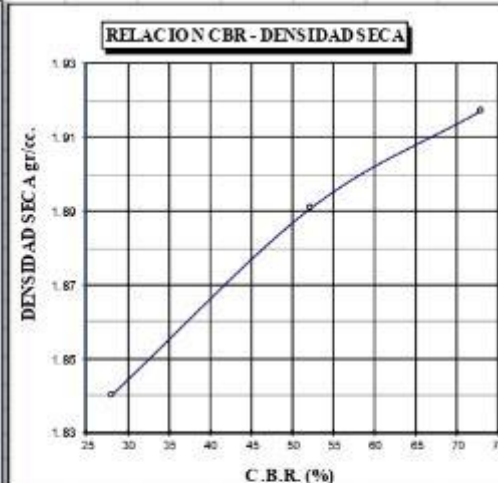


### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

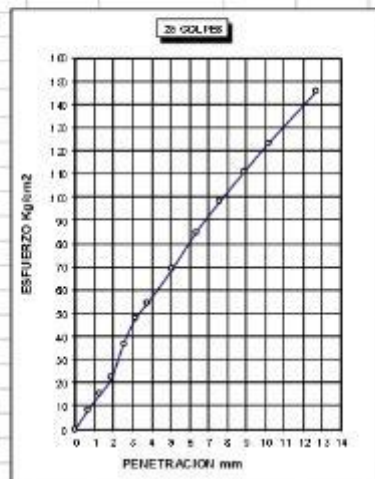


#### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) (ASTM D 1883)

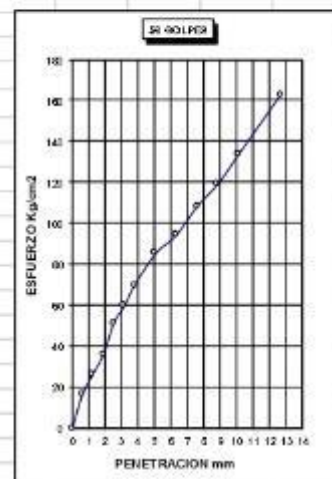
|             |                                                                                                                                      |                                        |                               |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|
| PROYECTO:   | ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO - MAÑAZO | METODO DE COMPACTACION (ASTM D1557-91) | C                             |
|             |                                                                                                                                      | MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc.)          | 2.02                          |
|             |                                                                                                                                      | HUMEDAD OPTIMA (%)                     | 11.35%                        |
| SOLICITADO: | Bach. JUAN VLADIMIR LIMSE BERRIO                                                                                                     | CBR AL 100% DE M.D.S. (%)              | 73.0%                         |
| UBICACIÓN:  | DISTRITO DE PUNO                                                                                                                     | CBR AL 95% DE M.D.S. (%)               | 66.0%                         |
| FECHA:      | JULIO DEL 2021                                                                                                                       | MUESTRA                                | SUCS: GP<br>AASHTO: A-1-a (0) |
| REFERENCIA: | PROYECTO DE TESIS                                                                                                                    | EM BEBIDO                              | 4 DIAS                        |



CBR (CORR.)= 28%



CBR (CORR.)= 52%



CBR (CORR.)= 73%





### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



#### PROYECTO

: " ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO – MAÑAZO"

SOLICITANTE : Bach. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO

UBICACION : DISTRITO DE PUNO

FECHA : JULIO DEL 2021

REFERENCIA : PROYECTO DE TESIS

#### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141, ASTM D 1557)

DATOS DE LA MUESTRA: SUELO + CAL 4%

UBICACIÓN : DISTRITO PUNO

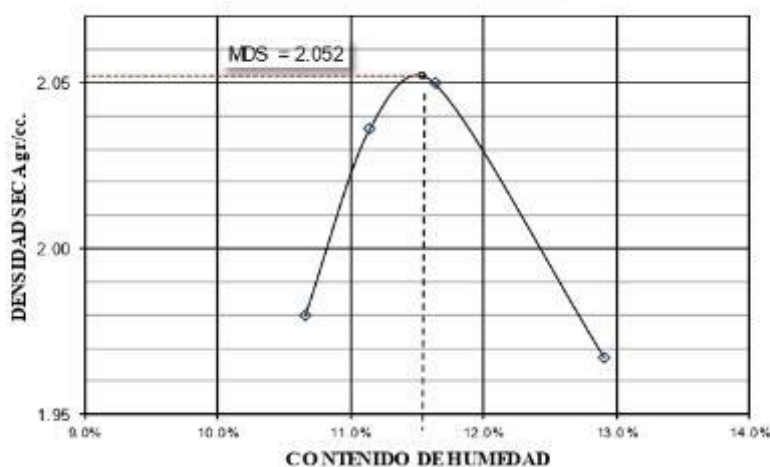
CANTERA : ALTO PUNO

PROFUNDIDAD : 1.50 m

| MOLDE No<br>No DE CAPAS      |       | 1      | VOLUMEN DEL MOLDE |        | 2114 cc |        |
|------------------------------|-------|--------|-------------------|--------|---------|--------|
|                              |       | 5      | GOLPES POR CAPA   |        | 56      |        |
| Peso Suelo Humedo + Molde    | gr.   | 13695  | 13848             | 13901  | 13759   | 13404  |
| Peso del Molde               | gr.   | 9063   | 9063              | 9063   | 9063    | 9063   |
| Peso del Suelo Humedo        | gr.   | 4632   | 4785              | 4838   | 4696    | 4341   |
| Densidad del Suelo Humedo    | gr/cc | 2.19   | 2.26              | 2.29   | 2.22    | 2.05   |
| N° TARA                      |       | H-101  | H-03              | N-7    | F-01    | H-01   |
| Peso de la Tara              | gr.   | 52.37  | 48.48             | 47.71  | 46.29   | 47.67  |
| Peso del Suelo Humedo + Tara | gr.   | 326.67 | 300.25            | 278.00 | 280.82  | 445.09 |
| Peso del Suelo Seco + Tara   | gr.   | 300.25 | 275.00            | 254.00 | 254.00  | 425.07 |
| Peso del Agua                | gr.   | 26.42  | 25.25             | 24.00  | 26.82   | 20.02  |
| Peso del Suelo Seco          | gr.   | 247.88 | 226.52            | 206.29 | 207.71  | 377.40 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD         | %     | 10.66  | 11.15             | 11.63  | 12.91   | 5.30   |
| DENSIDAD SECA DEL SUELO      | gr/cc | 1.980  | 2.036             | 2.050  | 1.967   | 1.950  |

|            |                      |               |
|------------|----------------------|---------------|
| METODO : C | MAXIMA DENSIDAD SECA | : 2.052 gr/cc |
|            | HUMEDAD OPTIMA       | : 11.55 %     |

#### CURVA DE COMPACTACIÓN





### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



#### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883

|                      |                                                                                                                                          |                      |                                 |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------|
| <b>PROYECTO :</b>    | " ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO – MAÑAZO " | <b>MUESTRA :</b>     | SUCS: GP<br>AASHTO: A-1-a ( 0 ) |
| <b>SOLICITANTE :</b> | Bach. JUAN VLADIMIR LIMSE BERRIO                                                                                                         | <b>PROFUNDIDAD :</b> | 1.50m                           |
| <b>LUGAR :</b>       | DISTRITO DE PUNO                                                                                                                         | <b>CALICATA :</b>    | C-15                            |
| <b>FECHA :</b>       | JULIO DEL 2021                                                                                                                           | <b>EM BEBIDO :</b>   | 4 DIAS                          |
| <b>REFERENCIA :</b>  | PROYECTO DE TESIS                                                                                                                        |                      |                                 |

| MOLDE No                      |        | 8/25        |          | HP          |          | A-20        |          |
|-------------------------------|--------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| No DE CAPAS                   |        | 5           |          | 5           |          | 5           |          |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA     |        | 56          |          | 25          |          | 12          |          |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA     |        | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |
| Peso Suelo Humedo + Molde     | gr.    | 11748       | 11806    | 12945       | 13161    | 12135       | 12524    |
| Peso del Molde                | gr.    | 6845        | 6845     | 8229        | 8229     | 7726        | 7726     |
| Peso del Suelo Humedo         | gr.    | 4903        | 4961     | 4716        | 4932     | 4409        | 4798     |
| Volumen del Suelo             | cc.    | 2161        | 2161     | 2183        | 2183     | 2168        | 2168     |
| Densidad del Suelo Humedo     | gr/cc. | 2.269       | 2.296    | 2.160       | 2.259    | 2.034       | 2.213    |
| Capsula No                    | No     | F-01        | H-02     | M-36        | P-02     | H-03        | P-10     |
| Suelo Humedo + Capsula        | gr.    | 326.06      | 258.69   | 285.88      | 339.33   | 308.47      | 311.21   |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr.    | 296.79      | 234.86   | 270.15      | 306.00   | 282.21      | 278.33   |
| Peso del Agua                 | gr.    | 29.27       | 23.83    | 25.73       | 33.33    | 26.26       | 32.88    |
| Peso de la Capsula            | gr.    | 48.36       | 47.37    | 45.48       | 51.99    | 48.46       | 46.02    |
| Peso del Suelo Seco           | gr.    | 250.43      | 187.49   | 224.69      | 254.01   | 233.75      | 232.31   |
| % de Humedad                  | %      | 11.69%      | 12.71%   | 11.45%      | 13.04%   | 11.23%      | 14.15%   |
| Promedio de Humedad           | %      | 11.69%      | 12.71%   | 11.45%      | 13.04%   | 11.23%      | 14.15%   |
| Densidad del Suelo Seco       | gr/cc. | 2.032       | 2.037    | 1.938       | 1.999    | 1.828       | 1.939    |

#### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora   | Tiempo | Dial  | Expansion |       | Dial  | Expansion |      | Dial  | Expansion |       |
|------------|--------|--------|-------|-----------|-------|-------|-----------|------|-------|-----------|-------|
|            |        |        |       | mm        | %     |       | mm        | %    |       | mm        | %     |
| 28/06/2021 | 4:00pm | 0      | 7.024 | 0.00      | 0.00  | 7.812 | 0.00      | 0.00 | 7.889 | 0.00      | 0.00  |
| 29/06/2021 | 4:00pm | 24h    | 7.038 | 0.01      | 0.01  | 7.857 | 0.04      | 0.04 | 7.890 | 0.00      | 0.00  |
| 30/06/2021 | 4:00pm | 48h    | 7.021 | 0.00      | 0.00  | 7.837 | 0.02      | 0.02 | 7.875 | -0.01     | -0.01 |
| 01/07/2021 | 4:00pm | 72h    | 7.018 | -0.01     | -0.01 | 7.828 | 0.02      | 0.01 | 7.852 | -0.04     | -0.03 |

#### PENETRACIÓN

| Penetración (mm) | Tiempo (Seg) | Carga Est. | MOLDE No 8/25 |       |        |         | MOLDE No HP |    |        |         | MOLDE No A-20 |    |        |         |
|------------------|--------------|------------|---------------|-------|--------|---------|-------------|----|--------|---------|---------------|----|--------|---------|
|                  |              |            | Dial          | Kg    | Kg/cm2 | Correc. | Dial        | Kg | Kg/cm2 | Correc. | Dial          | Kg | Kg/cm2 | Correc. |
| 0                | 00:00        |            | 0.0           | 0.0   |        | 0.00    | 0.00        |    | 0.0    | 0.00    |               |    |        |         |
| 0.63             | 00:30        |            | 106.3         | 5.5   |        | 54.30   | 2.80        |    | 79.8   | 4.11    |               |    |        |         |
| 1.27             | 01:00        |            | 459.6         | 23.7  |        | 144.60  | 7.45        |    | 360.7  | 18.59   |               |    |        |         |
| 1.91             | 01:30        |            | 852.9         | 44.0  |        | 459.40  | 23.68       |    | 614.8  | 31.69   |               |    |        |         |
| 2.54             | 02:00        | 70.31      | 1113.0        | 72.8  |        | 908.50  | 46.83       |    | 795.8  | 41.02   |               |    |        |         |
| 3.17             | 02:30        |            | 1598.6        | 82.4  |        | 1008.40 | 51.98       |    | 987.4  | 50.90   |               |    |        |         |
| 3.81             | 03:00        |            | 1809.6        | 93.3  |        | 1064.70 | 70.35       |    | 1026.2 | 58.05   |               |    |        |         |
| 5.09             | 04:00        | 105.00     | 2498.9        | 128.8 |        | 1809.40 | 93.27       |    | 1382.1 | 71.24   |               |    |        |         |
| 6.35             | 05:00        |            | 3006.8        | 155.0 |        | 2169.70 | 111.32      |    | 1698.2 | 82.38   |               |    |        |         |
| 7.62             | 06:00        |            | 3577.7        | 184.4 |        | 2483.70 | 126.99      |    | 1993.3 | 92.44   |               |    |        |         |
| 8.89             | 07:00        |            | 4105.9        | 211.6 |        | 2798.50 | 144.25      |    | 1971.2 | 101.61  |               |    |        |         |
| 10.16            | 08:00        |            | 4601.9        | 237.2 |        | 3001.50 | 154.72      |    | 2149.3 | 110.79  |               |    |        |         |
| 12.7             | 10:00        |            | 5124.6        | 264.2 |        | 3515.80 | 181.28      |    | 2458.8 | 126.74  |               |    |        |         |



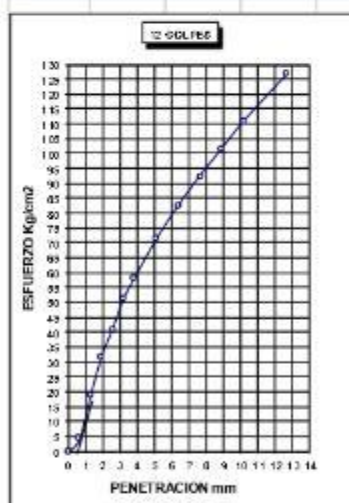
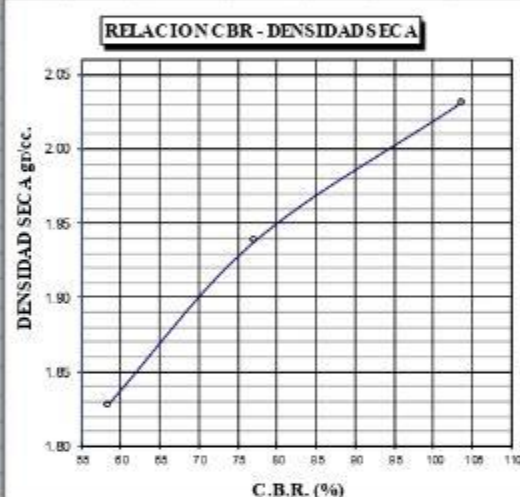
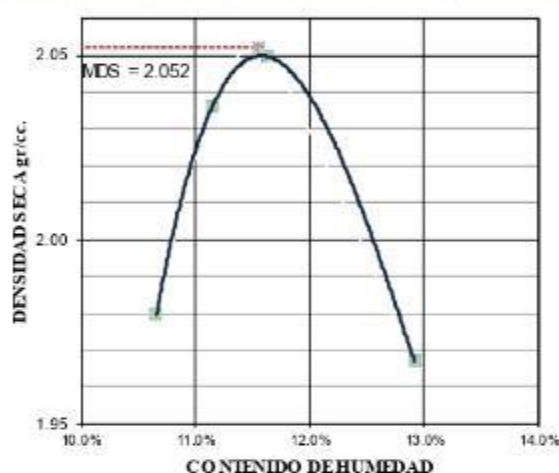


### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

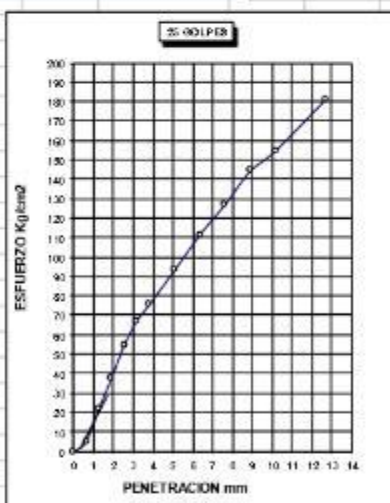


#### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) (ASTM D 1883)

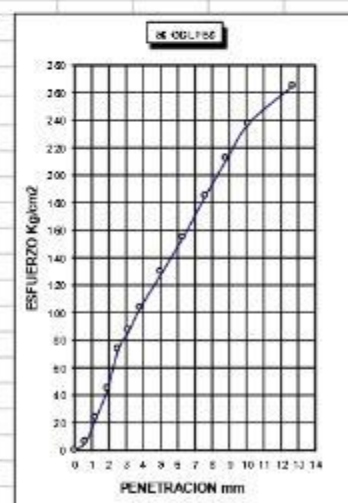
|             |                                                                                                                                           |                                        |                                 |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|
| PROYECTO:   | : " ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO – MAÑAZO" | METODO DE COMPACTACION (ASTM D1557-91) | C                               |
|             |                                                                                                                                           | MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc.)          | 2.05                            |
|             |                                                                                                                                           | HUMEDAD OPTIMA (%)                     | 11.55%                          |
| SOLICITADO: | Bach. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO                                                                                                         | CBR AL 100% DE M.D.S. (%)              | 104%                            |
| UBICACIÓN:  | DISTRITO DE PUNO                                                                                                                          | CBR AL 95% DE M.D.S. (%)               | 80.0%                           |
| FECHA:      | JULIO DEL 2021                                                                                                                            | MUESTRA                                | SUCS: GP<br>AASHTO: A-1-a ( 0 ) |
| REFERENCIA: | PROYECTO DE TESIS                                                                                                                         | EM BEBIDO                              | 4 DIAS                          |



CBR (CORR.)= 58%



CBR (CORR.)= 77%



CBR (CORR.)= 104%



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



### PROYECTO

: "ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO – MAÑAZO"

### SOLICITANTE

: BACH. JUAN VLADIMIR LIMSE BERRIO

### UBICACION

: DISTRITO PUNO

### FECHA

: JUNIO DEL 2021

### REFERENCIA

: PROYECTO DE TESIS

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141, ASTM D 1557)

**DATOS DE LA MUESTRA:** SUELO + 6% DE CAL

**UBICACIÓN :** C.P. ALTO PUNO

**CANTERA :** ALTO PUNO

**PROFUNDIDAD :** 1.50 m

| MOLDE No                       |       | 1            | VOLUMEN DEL MOLDE |               | 2114 cc      |
|--------------------------------|-------|--------------|-------------------|---------------|--------------|
| No DE CAPAS                    |       | 5            | GOLPES POR CAPA   |               | 58           |
| Peso Suelo Humedo + Molde      | gr.   | 13194        | 13467             | 13763         | 13665        |
| Peso del Molde                 | gr.   | 9063         | 9063              | 9063          | 9063         |
| Peso del Suelo Humedo          | gr.   | 4131         | 4404              | 4700          | 4602         |
| Densidad del Suelo Humedo      | gr/cc | 1.95         | 2.08              | 2.22          | 2.18         |
| <b>N° TARA</b>                 |       | <b>109</b>   | <b>P-14</b>       | <b>P-0171</b> | <b>P-06A</b> |
| Peso de la Tara                | gr    | 47.68        | 45.86             | 56.44         | 54.71        |
| Peso del Suelo Humedo + Tara   | gr    | 303.66       | 352.43            | 395.05        | 319.83       |
| Peso del Suelo Seco + Tara     | gr    | 281.05       | 323.79            | 359.72        | 289.39       |
| Peso del Agua                  | gr    | 22.61        | 28.64             | 35.33         | 30.44        |
| Peso del Suelo Seco            | gr    | 233.37       | 277.93            | 303.28        | 234.68       |
| <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>    | %     | <b>9.69</b>  | <b>10.30</b>      | <b>11.65</b>  | <b>12.97</b> |
| <b>DENSIDAD SECA DEL SUELO</b> | gr/cc | <b>1.781</b> | <b>1.888</b>      | <b>1.991</b>  | <b>1.927</b> |

**METODO : C**

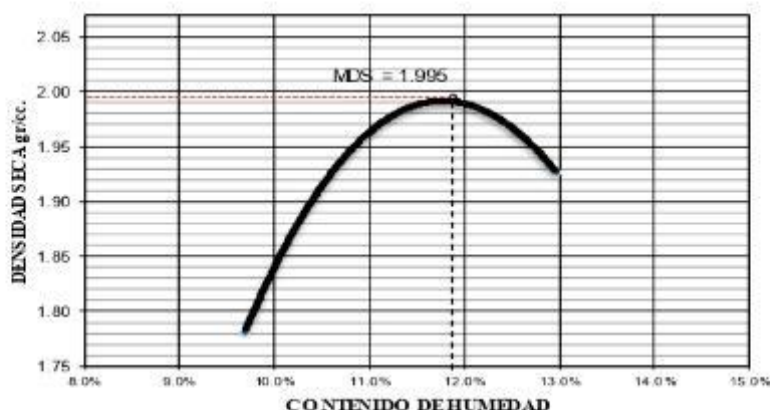
**MAXIMA DENSIDAD SECA :**

**1.995 gr/cc**

**HUMEDAD OPTIMA :**

**11.99 %**

### CURVA DE COMPACTACIÓN







### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



#### ENSAYO CALIFORNIA BERING RATIO (CBR) ASTM D 1883

|                      |                                                                                                                                       |                      |                              |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------|
| <b>PROYECTO :</b>    | "ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO – MAÑAZO" | <b>MUESTRA :</b>     | SUCS: GP<br>MSHTO: A-1-a (0) |
| <b>SOLICITANTE :</b> | BACH. JUAN VLADIMIR LIMSE BERRIO                                                                                                      | <b>PROFUNDIDAD :</b> | 1.50 m                       |
| <b>LUGAR :</b>       | DISTRITO PUNO                                                                                                                         | <b>CALICATA :</b>    | C-1                          |
| <b>FECHA :</b>       | JUNIO DEL 2021                                                                                                                        | <b>EM BEBIDO :</b>   | 4 DIAS                       |
| <b>REFERENCIA :</b>  | PROYECTO DE TESIS                                                                                                                     |                      |                              |

| MOLDE No                      |        | 8/25        |          | HP          |          | A-20        |          |
|-------------------------------|--------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| No DE CAPAS                   |        | 5           |          | 5           |          | 5           |          |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA     |        | 56          |          | 25          |          | 12          |          |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA     |        | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |
|                               |        |             |          |             |          |             |          |
| Peso Suelo Humedo + Molde     | gr.    | 11544       | 11562    | 12779       | 12837    | 12062       | 12190    |
| Peso del Molde                | gr.    | 6845        | 6845     | 8229        | 8229     | 7726        | 7726     |
| Peso del Suelo Humedo         | gr.    | 4699        | 4717     | 4550        | 4608     | 4336        | 4464     |
| Volumen del Suelo             | cc.    | 2161        | 2161     | 2183        | 2183     | 2168        | 2168     |
| Densidad del Suelo Humedo     | gr/cc. | 2.175       | 2.183    | 2.084       | 2.111    | 2.000       | 2.059    |
|                               |        |             |          |             |          |             |          |
| Capsula No                    | No     | P-14        | P-171    | H-108       | H-020    | P-07        | H-10     |
| Suelo Humedo + Capsula        | gr.    | 98.87       | 332.11   | 305.35      | 292.08   | 296.80      | 277.24   |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr.    | 166.68      | 301.99   | 279.29      | 264.72   | 275.35      | 248.02   |
| Peso del Agua                 | gr.    | 12.19       | 30.12    | 26.06       | 27.36    | 21.45       | 29.22    |
| Peso de la Capsula            | gr.    | 45.88       | 58.46    | 60.58       | 49.47    | 57.67       | 47.48    |
| Peso del Suelo Seco           | gr.    | 120.80      | 243.53   | 218.71      | 215.25   | 217.68      | 200.54   |
| % de Humedad                  | %      | 0.09%       | 12.27%   | 11.92%      | 12.71%   | 9.85%       | 14.57%   |
| Promedio de Humedad           | %      | 10.09%      | 12.27%   | 11.92%      | 12.71%   | 9.85%       | 14.57%   |
| Densidad del Suelo Seco       | gr/cc. | 1.975       | 1.945    | 1.862       | 1.873    | 1.820       | 1.797    |

#### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora   | Tiempo | Dial  | Expansion |       | Dial  | Expansion |        | Dial  | Expansion |       |
|------------|--------|--------|-------|-----------|-------|-------|-----------|--------|-------|-----------|-------|
|            |        |        |       | mm        | %     |       | mm        | %      |       | mm        | %     |
| 23/06/2021 | 1:45pm | 0      | 6.847 | 0.0000    | 0.000 | 7.261 | 0.0000    | 0.000  | 7.568 | 0.0000    | 0.000 |
| 24/06/2021 | 1:45pm | 24h    | 6.848 | 0.0010    | 0.001 | 7.260 | -0.0010   | -0.001 | 7.569 | 0.0010    | 0.001 |
| 25/06/2021 | 1:45pm | 48h    | 6.849 | 0.0020    | 0.002 | 7.258 | -0.0030   | -0.003 | 7.562 | 0.0140    | 0.012 |
| 26/06/2021 | 1:45pm | 72h    | 6.850 | 0.0030    | 0.003 | 7.229 | -0.0320   | -0.028 | 7.592 | 0.0240    | 0.021 |

#### PENETRACIÓN

| Penetración<br>(mm) | Tiempo<br>(Seg) | Carga Est. | MOLDE No 8/25 |    |        |         | MOLDE No HP |    |        |         | MOLDE No A-20 |    |        |         |
|---------------------|-----------------|------------|---------------|----|--------|---------|-------------|----|--------|---------|---------------|----|--------|---------|
|                     |                 |            | Dial          | Kg | Kg/cm2 | Correc. | Dial        | Kg | Kg/cm2 | Correc. | Dial          | Kg | Kg/cm2 | Correc. |
| 0                   | 00:00           |            | 0.0           |    | 0.0    |         | 0.00        |    | 0.00   |         | 0.0           |    | 0.00   |         |
| 0.63                | 00:30           |            | 256.3         |    | 13.2   |         | 149.70      |    | 7.72   |         | 10.18         |    | 5.25   |         |
| 1.27                | 01:00           |            | 582.3         |    | 30.0   |         | 388.80      |    | 20.56  |         | 258.7         |    | 13.34  |         |
| 1.91                | 01:30           |            | 875.9         |    | 45.1   |         | 680.50      |    | 35.08  |         | 395.4         |    | 20.38  |         |
| 2.54                | 02:00           | 70.31      | 1089.9        |    | 56.2   |         | 905.20      |    | 46.66  |         | 536.5         |    | 27.65  |         |
| 3.17                | 02:30           |            | 1350.5        |    | 69.6   |         | 1268.40     |    | 65.28  |         | 654.6         |    | 33.74  |         |
| 3.81                | 03:00           |            | 1752.3        |    | 90.3   |         | 1534.70     |    | 79.11  |         | 782.1         |    | 40.31  |         |
| 5.09                | 04:00           | 105.00     | 2305.9        |    | 118.9  |         | 2063.70     |    | 106.38 |         | 995.4         |    | 51.31  |         |
| 6.35                | 05:00           |            | 2709.4        |    | 139.7  |         | 2504.70     |    | 129.11 |         | 1166.7        |    | 61.69  |         |
| 7.62                | 06:00           |            | 3297.5        |    | 170.0  |         | 2870.40     |    | 147.96 |         | 1347.1        |    | 69.44  |         |
| 8.89                | 07:00           |            | 3784.6        |    | 195.1  |         | 3203.10     |    | 165.11 |         | 1518.4        |    | 78.27  |         |
| 10.16               | 08:00           |            | 4273.6        |    | 220.3  |         | 3529.50     |    | 181.93 |         | 1662.3        |    | 85.69  |         |
| 12.7                | 10:00           |            | 4989.5        |    | 257.2  |         | 4031.80     |    | 207.82 |         | 1879.4        |    | 102.03 |         |

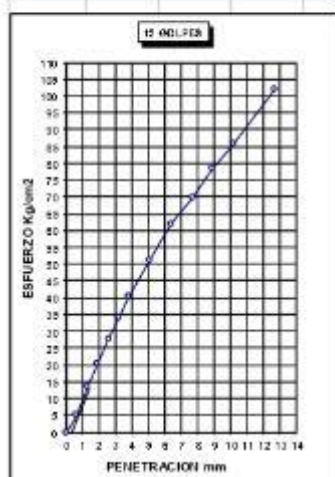
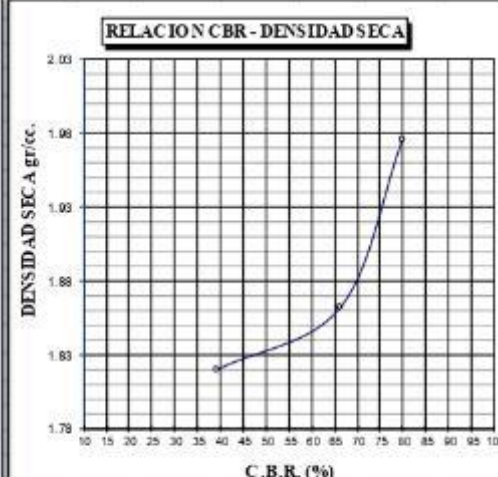
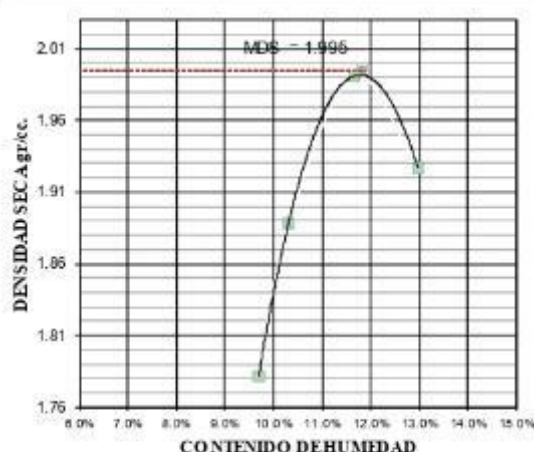


### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

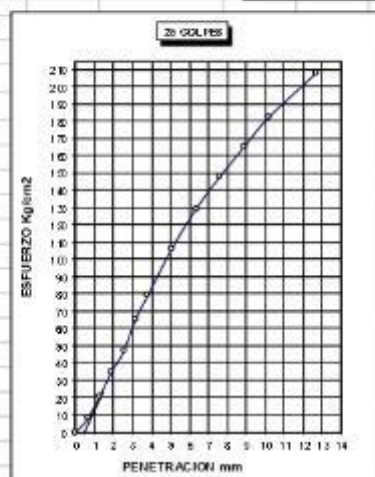


#### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) (ASTM D 1883)

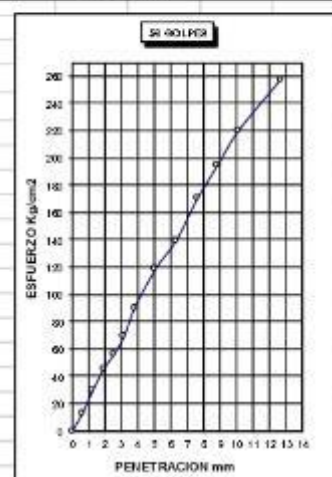
|             |                                                                                                                                          |                                        |                               |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------|
| PROYECTO:   | : "ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO - MAÑAZO" | METODO DE COMPACTACION (ASTM D1557-91) | C                             |
|             |                                                                                                                                          | MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc.)          | 2.00                          |
|             |                                                                                                                                          | HUMEDAD OPTIMA (%)                     | 11.99%                        |
| SOLICITADO: | : BACH. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO                                                                                                      | CBR AL 100% DE M.D.S. (%)              | 80%                           |
| UBICACIÓN:  | : DISTRITO PUNO                                                                                                                          | CBR AL 95% DE M.D.S. (%)               | 71%                           |
| FECHA:      | : JUNIO DEL 2021                                                                                                                         | MUESTRA                                | SUCS: GP<br>AASHTO: A-1-a (0) |
| REFERENCIA: | : PROYECTO DE TESIS                                                                                                                      | EM BEBIDO                              | 4 DIAS                        |



CBR (CORR.)= 39%



CBR (CORR.)= 66%



CBR (CORR.)= 80%





### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



#### PROYECTO

"ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO – MAÑAZO"

#### SOLICITANTE

: Bach. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO

#### UBICACION

: DISTRITO DE PUNO

#### FECHA

: JULIO DEL 2021

#### REFERENCIA

: PROYECTO DE TESIS

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141, ASTM D 1557)

DATOS DE LA MUESTRA: SUELO + 8% DE CAL

UBICACIÓN: DISTRITO PUNO

CANtera: ALTO PUNO

PROFUNDIDAD: 1.50 m

| MOLDE No                     |       | 1      | VOLUMEN DEL MOLDE |        | 2114 cc |
|------------------------------|-------|--------|-------------------|--------|---------|
| No DE CAPAS                  |       | 5      | GOLPES POR CAPA   |        | 58      |
| Peso Suelo Humedo + Molde    | gr.   | 13499  | 13666             | 13774  | 13752   |
| Peso del Molde               | gr.   | 9063   | 9063              | 9063   | 9063    |
| Peso del Suelo Humedo        | gr.   | 4436   | 4603              | 4711   | 4689    |
| Densidad del Suelo Humedo    | gr/cc | 2.10   | 2.18              | 2.23   | 2.22    |
| Nº TARA                      |       | P9-88  | P-05              | L-13   | J-200   |
| Peso de la Tara              | gr.   | 57.74  | 52.35             | 89.64  | 27.87   |
| Peso del Suelo Humedo + Tara | gr.   | 367.85 | 366.59            | 369.31 | 182.10  |
| Peso del Suelo Seco + Tara   | gr.   | 341.56 | 335.63            | 337.00 | 161.51  |
| Peso del Agua                | gr.   | 26.29  | 30.96             | 32.31  | 20.59   |
| Peso del Suelo Seco          | gr.   | 283.82 | 283.28            | 247.36 | 133.64  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD         | %     | 9.26   | 10.93             | 13.06  | 15.41   |
| DENSIDAD SECA DEL SUELO      | gr/cc | 1.920  | 1.963             | 1.971  | 1.922   |

METODO : C

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.974 gr/cc  
HUMEDAD OPTIMA : 12.6 %

#### CURVA DE COMPACTACIÓN





### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



#### ENSAYO CALIFORNIA BERING RATIO (CBR) ASTM D 1883

|                     |                                                                                                                                         |                      |                               |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| <b>PROYECTO :</b>   | " ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO – MAÑAZO" | <b>MUESTRA :</b>     | SUCS: GP<br>AASHTO: A-1-a (0) |
| <b>SOLICITANTE:</b> | Bach. JUAN VLADIMIR LIMSE BERRIO                                                                                                        | <b>PROFUNDIDAD :</b> | 1.50m                         |
| <b>LUGAR :</b>      | DISTRITO DE PUNO                                                                                                                        | <b>CALICATA :</b>    | C-15                          |
| <b>FECHA :</b>      | JULIO DEL 2021                                                                                                                          | <b>EM BEBIDO :</b>   | 4 DIAS                        |
| <b>REFERENCIA :</b> | PROYECTO DE TESIS                                                                                                                       |                      |                               |

| MOLDE No                      |        | 8/25        |          | HP          |          | A-20        |          |
|-------------------------------|--------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| No DE CAPAS                   |        | 5           |          | 5           |          | 5           |          |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA     |        | 56          |          | 25          |          | 12          |          |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA     |        | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |
| Peso Suelo Humedo + Molde     | gr.    | 11536       | 11560    | 12862       | 12895    | 12015       | 12193    |
| Peso del Molde                | gr.    | 6845        | 6845     | 8229        | 8229     | 7726        | 7726     |
| Peso del Suelo Humedo         | gr.    | 4691        | 4715     | 4633        | 4666     | 4289        | 4467     |
| Volumen del Suelo             | cc.    | 2161        | 2161     | 2183        | 2183     | 2168        | 2168     |
| Densidad del Suelo Humedo     | gr/cc. | 2.171       | 2.182    | 2.122       | 2.138    | 1.978       | 2.060    |
| Capsula No                    | No     | H-108       | H-03     | P-14        | M-36     | P-03        | F-01     |
| Suelo Humedo + Capsula        | gr.    | 360.39      | 289.95   | 329.50      | 329.46   | 383.08      | 294.74   |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr.    | 325.18      | 263.32   | 299.96      | 296.74   | 348.71      | 262.92   |
| Peso del Agua                 | gr.    | 35.20       | 26.64    | 29.54       | 32.72    | 34.37       | 31.82    |
| Peso de la Capsula            | gr.    | 60.55       | 48.48    | 45.87       | 45.51    | 59.04       | 46.30    |
| Peso del Suelo Seco           | gr.    | 264.64      | 214.84   | 254.09      | 251.23   | 289.67      | 216.62   |
| % de Humedad                  | %      | 13.30%      | 12.40%   | 11.63%      | 13.02%   | 11.87%      | 14.69%   |
| Promedio de Humedad           | %      | 13.30%      | 12.40%   | 11.63%      | 13.02%   | 11.87%      | 14.69%   |
| Densidad del Suelo Seco       | gr/cc. | 1.916       | 1.941    | 1.901       | 1.891    | 1.768       | 1.796    |

#### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora    | Tiempo | Dial  | Expansion |       | Dial  | Expansion |       | Dial  | Expansion |       |
|------------|---------|--------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|
|            |         |        |       | mm        | %     |       | mm        | %     |       | mm        | %     |
| 02/07/2021 | 11:00am | 0      | 7.164 | 0.00      | 0.00  | 7.577 | 0.00      | 0.00  | 7.549 | 0.00      | 0.00  |
| 03/07/2021 | 11:00am | 24h    | 7.115 | -0.05     | -0.04 | 7.518 | -0.06     | -0.05 | 7.492 | -0.06     | -0.05 |
| 04/07/2021 | 11:00am | 48h    | 7.116 | -0.05     | -0.04 | 7.532 | -0.04     | -0.04 | 7.501 | -0.05     | -0.04 |
| 05/07/2021 | 11:00am | 72h    | 7.117 | -0.05     | -0.04 | 7.534 | -0.04     | -0.04 | 7.502 | -0.05     | -0.04 |

#### PENETRACIÓN

| PENETRACION         |                 |            |               |    |        |             |         |    |               |         |        |    |        |
|---------------------|-----------------|------------|---------------|----|--------|-------------|---------|----|---------------|---------|--------|----|--------|
| Penetración<br>(mm) | Tiempo<br>(Seg) | Carga Est. | MOLDE No 8/25 |    |        | MOLDE No HP |         |    | MOLDE No A-20 |         |        |    |        |
|                     |                 |            | Dial          | Kg | Kg/cm2 | Correc.     | Dial    | Kg | Kg/cm2        | Correc. | Dial   | Kg | Kg/cm2 |
| 0                   | 00:00           |            | 0.0           |    | 0.0    |             | 0.00    |    | 0.00          |         | 0.0    |    | 0.00   |
| 0.63                | 00:30           |            | 89.3          |    | 4.6    |             | 78.80   |    | 4.06          |         | 60.5   |    | 3.12   |
| 1.27                | 01:00           |            | 274.6         |    | 14.2   |             | 198.60  |    | 10.24         |         | 152.3  |    | 7.85   |
| 1.91                | 01:30           |            | 594.8         |    | 30.7   |             | 373.70  |    | 19.26         |         | 225.6  |    | 11.63  |
| 2.54                | 02:00           | 70.31      | 966.7         |    | 49.8   |             | 715.20  |    | 36.87         |         | 416.3  |    | 21.46  |
| 3.17                | 02:30           |            | 1315.5        |    | 67.9   |             | 845.70  |    | 43.59         |         | 623.5  |    | 32.14  |
| 3.81                | 03:00           |            | 1646.7        |    | 84.9   |             | 1139.80 |    | 58.75         |         | 817.2  |    | 42.12  |
| 5.09                | 04:00           | 105.00     | 2199.4        |    | 112.3  |             | 1738.90 |    | 89.63         |         | 962.3  |    | 49.60  |
| 6.35                | 05:00           |            | 2713.7        |    | 139.9  |             | 2319.60 |    | 119.57        |         | 1188.5 |    | 58.69  |
| 7.62                | 06:00           |            | 3122.7        |    | 161.0  |             | 2818.90 |    | 145.05        |         | 1385.3 |    | 68.25  |
| 8.89                | 07:00           |            | 3530.7        |    | 182.0  |             | 3306.80 |    | 170.45        |         | 1622.6 |    | 73.33  |
| 10.16               | 08:00           |            | 3975.8        |    | 204.9  |             | 3684.70 |    | 189.93        |         | 1852.4 |    | 80.02  |
| 12.7                | 10:00           |            | 4458.8        |    | 229.8  |             | 4538.90 |    | 233.96        |         | 2127.7 |    | 93.44  |



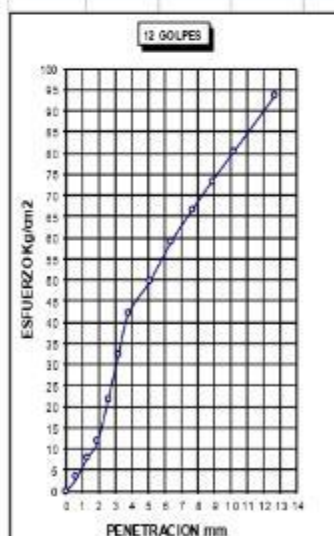
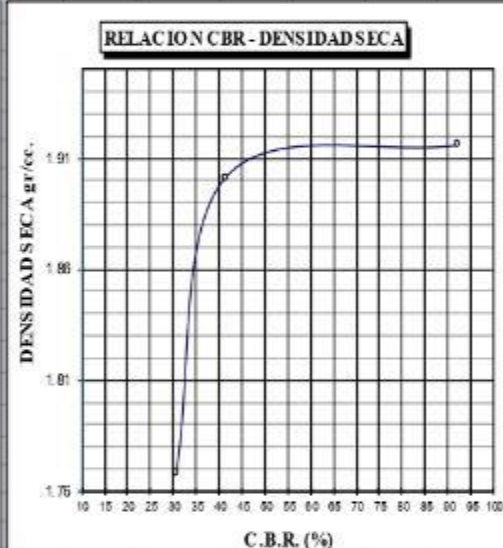
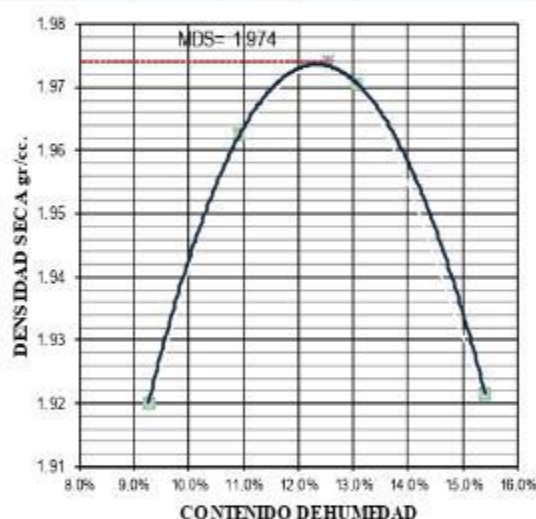


### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

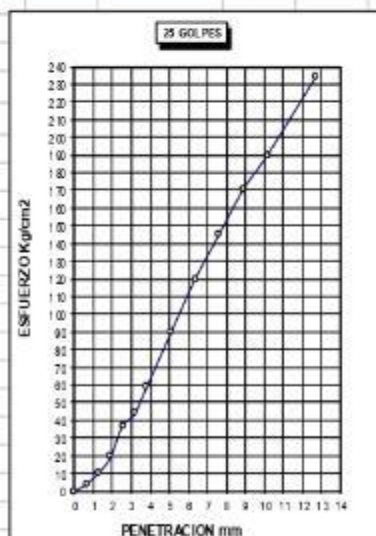


#### ENSAYO CALIFORNIA BERING RATIO (C.B.R.) (ASTM D 1883)

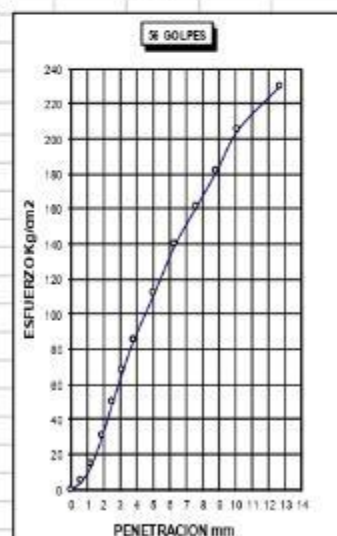
|             |                                                                                                                                           |                                        |                                 |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------|
| PROYECTO:   | : " ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO – MAÑAZO" | METODO DE COMPACTACION (ASTM D1557-91) | C                               |
|             |                                                                                                                                           | MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc.)          | 1.97                            |
|             |                                                                                                                                           | HUMEDAD OPTIMA (%)                     | 12.55%                          |
| SOLICITADO: | : Bach. JUAN VLADIMIR LIMSE BERRIO                                                                                                        | CBR AL 100% DE M.D.S. (%)              | 92.0%                           |
| UBICACIÓN:  | : DISTRITO DE PUNO                                                                                                                        | CBR AL 95% DE M.D.S. (%)               | 37.0%                           |
| FECHA:      | : JULIO DEL 2021                                                                                                                          | MUESTRA                                | SUCS: GP<br>AASHTO: A-1-a ( 0 ) |
| REFERENCIA: | : PROYECTO DE TESIS                                                                                                                       | EMBEBIDO                               | 4 DIAS                          |



CBR (CORR.)= 31%



CBR (CORR.)= 41%



CBR (CORR.)= 92%



### ENSAYOS DE LABORATORIO CANTERA SALCEDO

|                                                                                   |                                                                                                                                          |                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO</b><br>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA                                                 |  |
| <b>PROYECTO</b>                                                                   | : "ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO – MAÑAZO" |                                                                                     |
| <b>SOLICITANTE</b>                                                                | : Bach. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO                                                                                                      |                                                                                     |
| <b>MUESTRA</b>                                                                    | : SUELO NATURAL                                                                                                                          |                                                                                     |
| <b>FECHA</b>                                                                      | : AGOSTO DEL 2022                                                                                                                        |                                                                                     |

#### CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

|                             |                     |
|-----------------------------|---------------------|
| <b>DATOS DE LA MUESTRA:</b> | SUELO NATURAL       |
| <b>UBICACIÓN :</b>          | C.P. SALCEDO - PUNO |
| <b>CANTERA :</b>            | SALCEDO             |

| Nro De Tara               | T-32   | M-04   | M-2    |
|---------------------------|--------|--------|--------|
| Peso de Tara              | 35.40  | 37.21  | 34.22  |
| Peso de Tara + M. Humeda  | 175.86 | 171.34 | 214.67 |
| Peso de Tara + M. Seca    | 170.25 | 166.32 | 207.63 |
| Peso de Agua              | 5.61   | 5.02   | 7.04   |
| Peso Muestra Seca         | 134.85 | 129.11 | 173.41 |
| Contenido de humedad W%   | 4.16   | 3.89   | 4.06   |
| Promedio cont. Humedad W% | 4.04 % |        |        |





**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA



**PROYECTO** : \* ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO – MAÑAZO  
**SOLICITANTE** : Bach. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO  
**MUESTRA** : SUELO NATURAL  
**FECHA** : AGOSTO DEL 2022

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D421)

**DATOS DE LA MUESTRA** SUELO NATURAL

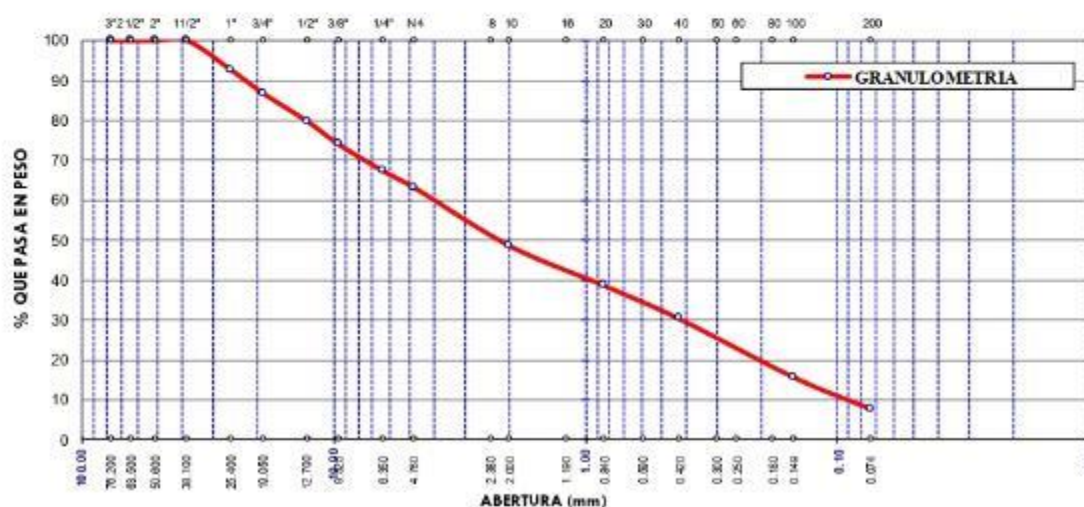
**UBICACIÓN** : C.P. SALCEDO - PUNO

**CANTERA** : SALCEDO

| Nº DE MALLAS | ABERT. DE MALL. (mm) | PESO RETENDO | % RET. PARCIAL | % RET. ACUMUL | % QUE PASA | ESPECIFICACION | DESCRIPCION DE LA MUESTRA      |
|--------------|----------------------|--------------|----------------|---------------|------------|----------------|--------------------------------|
| 3"           | 76.200               |              |                | 0.00          | 100.00     |                | Peso Inicial : 2002.08 gr      |
| 2 1/2"       | 63.500               |              | 0.00           | 0.00          | 100.00     |                | <b>CLASIFICACION DEL SUELO</b> |
| 2"           | 50.800               |              | 0.00           | 0.00          | 100.00     |                | Limite Liquido : 27.06%        |
| 1 1/2"       | 38.100               |              | 0.00           | 0.00          | 100.00     |                | Limite Plastico : 17.50%       |
| 1"           | 25.400               | 149.03       | 7.44           | 7.44          | 92.56      |                | Indice Plastico : 9.56%        |
| 3/4"         | 19.050               | 114.93       | 5.74           | 13.18         | 86.82      |                |                                |
| 1/2"         | 12.700               | 141.40       | 7.06           | 20.25         | 79.75      |                | <b>CLASIFICACION DEL SUELO</b> |
| 3/8"         | 9.525                | 115.44       | 5.77           | 26.01         | 73.99      |                | AASHTO : A-2-4 (0)             |
| 1/4"         | 6.350                | 133.25       | 6.66           | 32.67         | 67.33      |                | SUCS : SP-SC                   |
| Nº 4         | 4.760                | 85.01        | 4.25           | 36.91         | 63.09      |                | % de Grava : 36.91 %           |
| Nº 6         | 3.360                |              | 0.00           | 36.91         | 63.09      |                | % de Arena : 55.28 %           |
| Nº 8         | 2.380                | 196.45       | 9.81           | 46.73         | 53.27      |                | % Pasa Nº 200 : 7.81 %         |
| Nº 10        | 2.000                | 93.25        | 4.66           | 51.38         | 48.62      |                | GRAVA Y ARENA Y ARENA LIMOSA O |
| Nº 16        | 1.190                |              | 0.00           | 51.38         | 48.62      |                | ARCILLA/ARENA MAL GRADUADA CON |
| Nº 20        | 0.840                | 200.29       | 10.00          | 61.39         | 38.61      |                | ARCILLA O GRAVA                |
| Nº 30        | 0.590                |              | 0.00           | 61.39         | 38.61      |                |                                |
| Nº 40        | 0.426                | 164.85       | 8.23           | 69.62         | 30.38      |                |                                |
| Nº 60        | 0.250                | 102.32       | 5.11           | 74.73         | 25.27      |                |                                |
| Nº 80        | 0.177                | 101.25       | 5.06           | 79.79         | 20.21      |                | <b>Observaciones</b>           |
| Nº 100       | 0.149                | 90.25        | 4.51           | 84.30         | 15.70      |                |                                |
| Nº 200       | 0.074                | 158.01       | 7.89           | 92.19         | 7.81       |                |                                |
| -200         |                      | 156.30       | 7.81           | 100.00        | 0.00       |                |                                |

### CURVA GRANULOMETRICA

MALLAS U.S. STANDARD





### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA



PROYECTO

ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO – MAÑAZO

SOLICITANTE

Bach. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO

MUESTRA

SUELO NATURAL

FECHA

AGOSTO DEL 2022

### LIMITES DE CONSISTENCIA (LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)

DATOS DE LA MUESTRA: SUELO NATURAL

UBICACIÓN: C. P. SALCEDO - PUNO

CANTERA: SALCEDO

#### LIMITE LIQUIDO

| # Tara            |     | S-61  | S-18  | S-53  | S-48  |
|-------------------|-----|-------|-------|-------|-------|
| Peso de la Tara   | gr. | 22.18 | 16.26 | 16.30 | 16.25 |
| T. + Suelo Húmedo | gr. | 47.84 | 38.58 | 42.18 | 39.38 |
| T. + Suelo Seco   | gr. | 41.80 | 33.78 | 36.73 | 34.66 |
| Peso del Agua     | gr. | 6.04  | 4.80  | 5.45  | 4.72  |
| Suelo Seco        | gr. | 19.62 | 17.52 | 20.43 | 18.41 |
| % de Humedad      |     | 30.78 | 27.40 | 26.68 | 25.64 |
| Nro. De Golpes    |     | 12    | 20    | 27    | 34    |

#### LIMITE PLASTICO

| # Tara            |     | S-23-4 | S-22-4 | S-29  |  |
|-------------------|-----|--------|--------|-------|--|
| Peso de la Tara   | gr. | 19.75  | 19.33  | 19.51 |  |
| T. + Suelo Húmedo | gr. | 22.74  | 22.40  | 22.92 |  |
| T. + Suelo Seco   | gr. | 22.28  | 21.96  | 22.41 |  |
| Peso del Agua     | gr. | 0.46   | 0.44   | 0.51  |  |
| Suelo Seco        | gr. | 2.53   | 2.63   | 2.90  |  |
| % de Humedad      |     | 18.2   | 16.7   | 17.6  |  |

LIMITE LIQUIDO

L.L. = 27.06 %

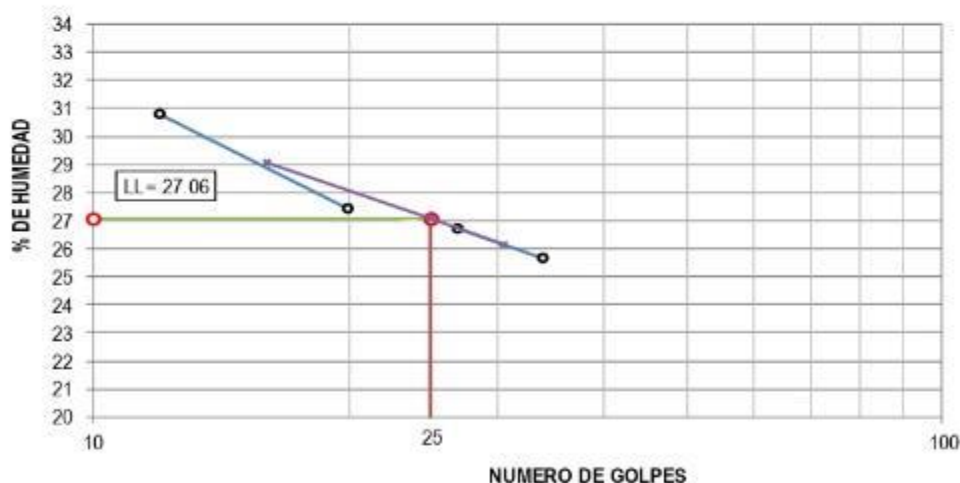
LIMITE PLASTICO

L.P. = 17.50 %

INDICE DE PLASTICIDAD

I.P. = 9.56 %

#### GRAFICA DE LIMITE LIQUIDO







### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



#### PROYECTO

: "ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO - MAÑAZO"

#### SOLICITANTE

: BACH. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO

#### UBICACION

: DISTRITO PUNO

#### FECHA

: AGOSTO DEL 2022

#### REFERENCIA

: PROYECTO DE TESIS

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141, ASTM D 1557)

#### DATOS DE LA MUESTRA: SUELO NATURAL

UBICACIÓN : C.P. SALCEDO

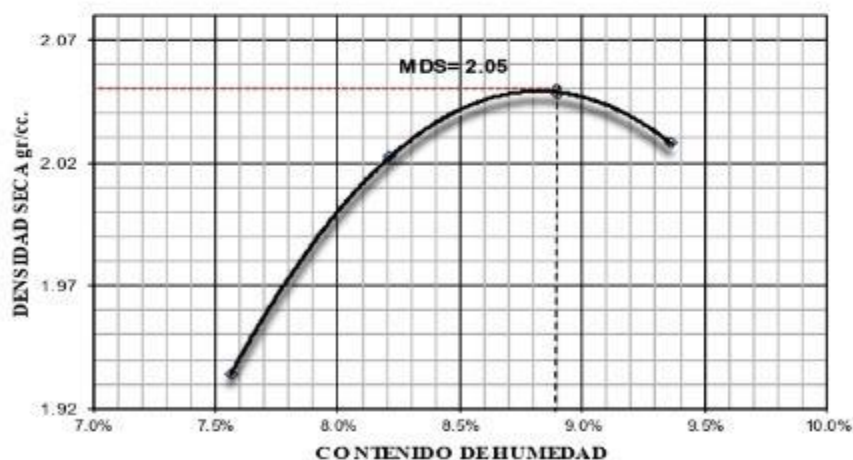
CANTERA : SALCEDO

PROFUNDIDAD : 1.50 m.

| MOLDE No                     |       | 1      | VOLUMEN DEL MOLDE |        | 2127 cc |
|------------------------------|-------|--------|-------------------|--------|---------|
| No DE CAPAS                  |       | 5      | GOLPES POR CAPA   |        | 56      |
| Peso Suelo Humedo + Molde    | gr.   | 9886   | 10117             | 10205  | 10180   |
| Peso del Molde               | gr.   | 5462   | 5462              | 5462   | 5462    |
| Peso del Suelo Humedo        | gr.   | 4424   | 4655              | 4743   | 4718    |
| Densidad del Suelo Humedo    | gr/cc | 2.08   | 2.19              | 2.23   | 2.22    |
| N° TARA                      |       | M-02   | M-04              | T-32   | M-08    |
| Peso de la Tara              | gr.   | 34.20  | 37.23             | 35.42  | 36.55   |
| Peso del Suelo Húmedo + Tara | gr.   | 227.76 | 233.93            | 207.01 | 219.80  |
| Peso del Suelo Seco + Tara   | gr.   | 214.15 | 219.01            | 192.99 | 204.11  |
| Peso del Agua                | gr.   | 13.61  | 14.92             | 14.02  | 15.69   |
| Peso del Suelo Seco          | gr.   | 179.95 | 181.78            | 157.57 | 167.56  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD         | %     | 7.56   | 8.21              | 8.90   | 9.36    |
| DENSIDAD SECA DEL SUELO      | gr/cc | 1.934  | 2.023             | 2.048  | 2.028   |

|            |                      |              |
|------------|----------------------|--------------|
| METODO : C | MAXIMA DENSIDAD SECA | : 2.05 gr/cc |
|            | HUMEDAD OPTIMA       | : 8.9 %      |

#### CURVA DE COMPACTACIÓN





### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



#### ENSAYO CALIFORNIA BERING RATIO (CBR) ASTM D 1883

|                      |                                                                                                                                        |                      |                                  |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------|
| <b>PROYECTO :</b>    | "ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO - MAÑAZO" | <b>MUESTRA :</b>     | SUCS: SP-SC<br>AASHTO: A-2-4 (0) |
| <b>SOLICITANTE :</b> | BACH. JUAN VLADIMIR LIMSE BERRIO                                                                                                       | <b>PROFUNDIDAD :</b> | 1.50m                            |
| <b>LUGAR :</b>       | DISTRITO PUNO                                                                                                                          | <b>CALICATA :</b>    | C-15                             |
| <b>FECHA :</b>       | AGOSTO DEL 2022                                                                                                                        | <b>EM BEBIDO :</b>   | 4 DIAS                           |
| <b>REFERENCIA :</b>  | PROYECTO DE TESIS                                                                                                                      |                      |                                  |

| MOLDE No                      |        | D-4         |          | K-3         |          | K-7         |          |
|-------------------------------|--------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| No DE CAPAS                   |        | 5           |          | 5           |          | 5           |          |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA     |        | 56          |          | 25          |          | 12          |          |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA     |        | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |
| Peso Suelo Humedo + Molde     | gr.    | 11789       | 11905    | 12615       | 12804    | 11005       | 11303    |
| Peso del Molde                | gr.    | 7058        | 7058     | 8026        | 8026     | 6611        | 6611     |
| Peso del Suelo Humedo         | gr.    | 4731        | 4847     | 4589        | 4778     | 4394        | 4692     |
| Volumen del Suelo             | cc.    | 2161        | 2161     | 2183        | 2183     | 2168        | 2168     |
| Densidad del Suelo Humedo     | gr/cc. | 2.190       | 2.243    | 2.102       | 2.189    | 2.027       | 2.164    |
| Capsula No                    | No     | S-002       | M-09     | D-02        | M-07     | S-11        | S-224    |
| Suelo Humedo + Capsula        | gr.    | 169.95      | 354.08   | 225.94      | 424.24   | 115.00      | 483.12   |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr.    | 158.96      | 325.00   | 208.00      | 385.96   | 134.12      | 444.23   |
| Peso del Agua                 | gr.    | 10.99       | 29.08    | 17.94       | 38.28    | 10.88       | 48.89    |
| Peso de la Capsula            | gr.    | 37.45       | 70.54    | 37.51       | 72.14    | 39.93       | 72.48    |
| Peso del Suelo Seco           | gr.    | 121.51      | 254.46   | 170.49      | 313.82   | 94.19       | 371.75   |
| % de Humedad                  | %      | 9.04%       | 11.43%   | 10.52%      | 12.20%   | 11.55%      | 13.15%   |
| Promedio de Humedad           | %      | 9.04%       | 11.43%   | 10.52%      | 12.20%   | 11.55%      | 13.15%   |
| Densidad del Suelo Seco       | gr/cc. | 2.008       | 2.013    | 1.902       | 1.951    | 1.817       | 1.913    |

#### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora    | Tiempo | Dial  | Expansion |      | Dial   | Expansion |      | Dial   | Expansion |      |
|------------|---------|--------|-------|-----------|------|--------|-----------|------|--------|-----------|------|
|            |         |        |       | mm        | %    |        | mm        | %    |        | mm        | %    |
| 27/09/2022 | 13:00pm | 0      | 8.032 | 0.00      | 0.00 | 25.010 | 0.00      | 0.00 | 20.205 | 0.00      | 0.00 |
| 28/09/2022 | 13:05pm | 18h    | 8.509 | 0.48      | 0.41 | 25.225 | 0.22      | 0.18 | 20.351 | 0.15      | 0.13 |
| 29/09/2022 | 13:02pm | 62h    | 8.609 | 0.58      | 0.49 | 25.491 | 0.48      | 0.41 | 21.421 | 1.22      | 1.04 |
| 30/09/2022 | 13:00pm | 88h    | 8.785 | 0.75      | 0.64 | 25.952 | 0.94      | 0.81 | 22.511 | 2.31      | 1.98 |

#### PENETRACIÓN

| Penetración (mm) | Tiempo (Seg) | Carga Est. | MOLDE No D-4 |        |        |         | MOLDE No K-3 |       |        |         | MOLDE No K-7 |       |        |         |
|------------------|--------------|------------|--------------|--------|--------|---------|--------------|-------|--------|---------|--------------|-------|--------|---------|
|                  |              |            | Dial         | Kg     | Kg/cm2 | Correc. | Dial         | Kg    | Kg/cm2 | Correc. | Dial         | Kg    | Kg/cm2 | Correc. |
| 0                | 00:00        |            | 0.0          | 0.0    | 0.0    |         | 0.00         | 0.0   | 0.00   |         | 0.0          | 0.0   | 0.00   |         |
| 0.63             | 00:30        |            | 0.22         | 22.4   | 1.2    |         | 0.09         | 9.2   | 0.47   |         | 0.07         | 7.1   | 0.37   |         |
| 1.27             | 01:00        |            | 0.43         | 43.8   | 2.3    |         | 0.21         | 21.4  | 1.0    |         | 0.15         | 15.3  | 0.79   |         |
| 1.91             | 01:30        |            | 0.64         | 65.2   | 3.4    |         | 0.35         | 35.7  | 1.64   |         | 0.21         | 21.4  | 1.0    |         |
| 2.54             | 02:00        | 70.31      | 0.87         | 88.7   | 4.6    |         | 0.44         | 44.9  | 2.31   |         | 0.33         | 33.6  | 1.73   |         |
| 3.81             | 03:00        |            | 1.58         | 161.1  | 8.3    |         | 0.91         | 92.8  | 4.78   |         | 0.53         | 54.0  | 2.78   |         |
| 5.09             | 04:00        | 105.00     | 2.24         | 228.3  | 11.8   |         | 1.49         | 151.9 | 7.83   |         | 0.95         | 96.8  | 4.99   |         |
| 6.35             | 05:00        |            | 2.33         | 237.5  | 12.2   |         | 1.77         | 180.4 | 9.30   |         | 1.25         | 127.4 | 6.57   |         |
| 7.62             | 06:00        |            | 2.35         | 239.6  | 12.3   |         | 1.81         | 184.5 | 9.51   |         | 1.27         | 129.5 | 6.67   |         |
| 8.89             | 07:00        |            | 2.36         | 240.57 | 12.4   |         | 1.83         | 186.5 | 9.62   |         | 1.29         | 131.5 | 6.78   |         |



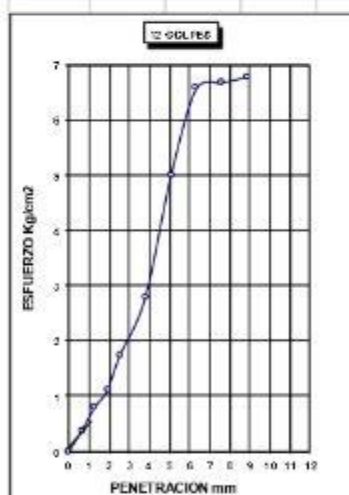
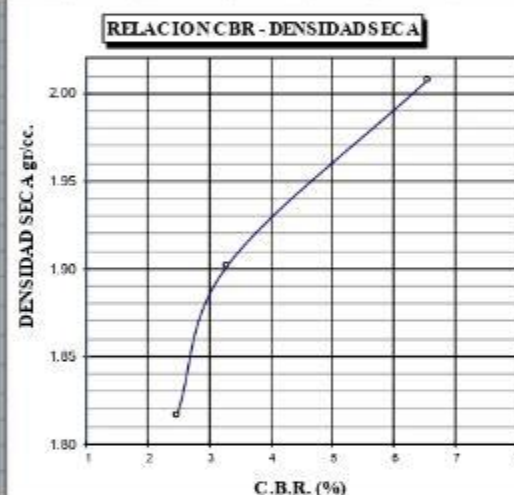
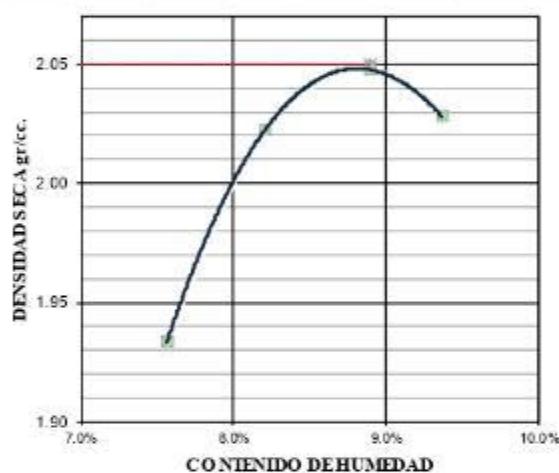


### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

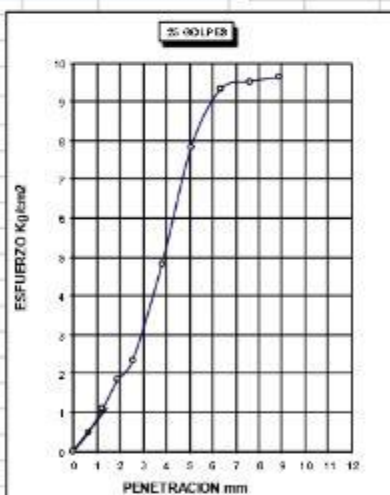


#### ENSAYO CALIFORNIA BERING RATIO (C.B.R.) (ASTM D 1883)

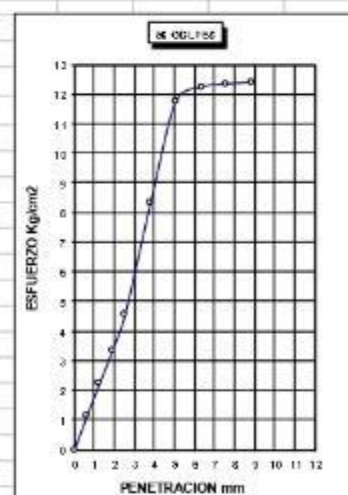
|             |                                                                                                                                          |                                        |                                  |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|
| PROYECTO:   | : "ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO – MAÑAZO" | METODO DE COMPACTACION (ASTM D1557-91) | C                                |
|             |                                                                                                                                          | MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc.)          | 2.05                             |
|             |                                                                                                                                          | HUMEDAD OPTIMA (%)                     | 8.90%                            |
| SOLICITADO: | BACH. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO                                                                                                        | CBR AL 100% DE M.D.S. (%)              | 6.5%                             |
| UBICACIÓN:  | DISTRITO PUNO                                                                                                                            | CBR AL 95% DE M.D.S. (%)               | 4.8%                             |
| FECHA:      | AGOSTO DEL 2022                                                                                                                          | MUESTRA                                | SUCS: SP-SC<br>AASHTO: A-2.4 (0) |
| REFERENCIA: | PROYECTO DE TESIS                                                                                                                        | EM BEBIDO                              | 4 DIAS                           |



CBR (CORR.)= 2%



CBR (CORR.)= 3%



CBR (CORR.)= 7%



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



### PROYECTO

: "ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO – MAÑAZO"

### SOLICITANTE

: BACH. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO

### UBICACION

: DISTRITO PUNO

### FECHA

: AGOSTO DEL 2022

### REFERENCIA

: PROYECTO DE TESIS

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141, ASTM D 1557)

### DATOS DE LA MUESTRA:

**SUELO NATURAL + 4% CAL**

### UBICACIÓN:

C.P. SALCEDO

### CANtera:

SALCEDO

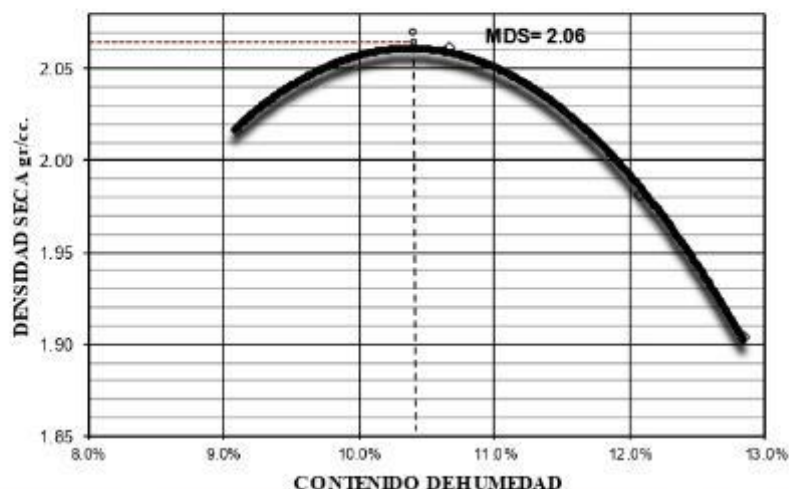
### PROFUNDIDAD:

1.50 m.

| MOLDE No<br>No DE CAPAS      |       | 1      | VOLUMEN DEL MOLDE |        | 2127 cc |
|------------------------------|-------|--------|-------------------|--------|---------|
|                              |       | 5      | GOLPES POR CAPA   |        | 56      |
| Peso Suelo Humedo + Molde    | gr.   | 10142  | 10315             | 10185  | 10032   |
| Peso del Molde               | gr.   | 5462   | 5462              | 5462   | 5462    |
| Peso del Suelo Humedo        | gr.   | 4680   | 4853              | 4723   | 4570    |
| Densidad del Suelo Humedo    | gr/cc | 2.20   | 2.28              | 2.22   | 2.15    |
| Nº TARA                      |       | M-7    | D-02              | S-002  | M-11    |
| Peso de la Tara              | gr.   | 72.16  | 37.52             | 37.44  | 70.04   |
| Peso del Suelo Humedo + Tara | gr.   | 463.62 | 421.54            | 435.43 | 429.64  |
| Peso del Suelo Seco + Tara   | gr.   | 431.00 | 384.52            | 392.53 | 388.70  |
| Peso del Agua                | gr.   | 32.62  | 37.02             | 42.90  | 40.94   |
| Peso del Suelo Seco          | gr.   | 358.84 | 347.00            | 355.09 | 318.66  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD         | %     | 9.09   | 10.67             | 12.08  | 12.85   |
| DENSIDAD SECA DEL SUELO      | gr/cc | 2.017  | 2.062             | 1.981  | 1.904   |

|            |                      |              |
|------------|----------------------|--------------|
| METODO : C | MAXIMA DENSIDAD SECA | : 2.06 gr/cc |
|            | HUMEDAD OPTIMA       | : 10.4 %     |

### CURVA DE COMPACTACIÓN







### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



#### ENSAYO CALIFORNIA BERING RATIO (CBR) ASTM D 1883

|                      |                                                                                                                                        |                      |                                  |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------|
| <b>PROYECTO :</b>    | "ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO - MAÑAZO" | <b>MUESTRA :</b>     | SUCS: SP-SC<br>AASHTO: A-2-4 (0) |
| <b>SOLICITANTE :</b> | BACH. JUAN VLADIMIR LIMSE BERRIO                                                                                                       | <b>PROFUNDIDAD :</b> | 1.50m                            |
| <b>LUGAR :</b>       | DISTRITO PUNO                                                                                                                          | <b>CALICATA :</b>    | C-15                             |
| <b>FECHA :</b>       | A AGOSTO DEL 2022                                                                                                                      | <b>EM BEBIDO :</b>   | 4 DIAS                           |
| <b>REFERENCIA :</b>  | PROYECTO DE TESIS                                                                                                                      |                      |                                  |

| MOLDE No                      |        | K-1         |          | K-21        |          | K-16        |          |
|-------------------------------|--------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| No DE CAPAS                   |        | 5           |          | 5           |          | 5           |          |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA     |        | 56          |          | 25          |          | 12          |          |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA     |        | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |
| Peso Suelo Humedo + Molde     | gr.    | 11455       | 11526    | 11586       | 11653    | 11982       | 12199    |
| Peso del Molde                | gr.    | 6634        | 6634     | 6704        | 6704     | 7294        | 7294     |
| Peso del Suelo Humedo         | gr.    | 4821        | 4892     | 4882        | 4949     | 4688        | 4905     |
| Volumen del Suelo             | cc.    | 2161        | 2161     | 2183        | 2183     | 2168        | 2168     |
| Densidad del Suelo Humedo     | gr/cc. | 2.231       | 2.264    | 2.236       | 2.267    | 2.162       | 2.262    |
| Capsula No                    | No     | M - 11      | M - 09   | M - 07      | M - 10   | M - 08      | M - 06   |
| Suelo Humedo + Capsula        | gr.    | 283.87      | 495.59   | 444.92      | 424.24   | 380.78      | 526.51   |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr.    | 263.25      | 448.01   | 403.15      | 385.96   | 347.21      | 472.71   |
| Peso del Agua                 | gr.    | 20.62       | 47.58    | 41.77       | 38.28    | 33.57       | 53.80    |
| Peso de la Capsula            | gr.    | 70.02       | 37.52    | 37.51       | 72.14    | 74.69       | 73.45    |
| Peso del Suelo Seco           | gr.    | 193.23      | 410.49   | 365.64      | 313.82   | 272.52      | 399.26   |
| % de Humedad                  | %      | 0.67%       | 11.59%   | 11.42%      | 12.20%   | 12.32%      | 13.47%   |
| Promedio de Humedad           | %      | 10.67%      | 11.59%   | 11.42%      | 12.20%   | 12.32%      | 13.47%   |
| Densidad del Suelo Seco       | gr/cc. | 2.016       | 2.029    | 2.007       | 2.021    | 1.925       | 1.994    |

#### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora    | Tiempo | Dial   | Expansion |      | Dial  | Expansion |      | Dial   | Expansion |      |
|------------|---------|--------|--------|-----------|------|-------|-----------|------|--------|-----------|------|
|            |         |        |        | mm        | %    |       | mm        | %    |        | mm        | %    |
| 27/09/2022 | 13:00pm | 0      | 15.165 | 0.00      | 0.00 | 2.325 | 0.00      | 0.00 | 14.435 | 0.00      | 0.00 |
| 28/09/2022 | 13:05pm | 18h    | 15.167 | 0.00      | 0.00 | 2.326 | 0.00      | 0.00 | 14.461 | 0.03      | 0.02 |
| 29/09/2022 | 13:02pm | 62h    | 15.169 | 0.00      | 0.00 | 2.345 | 0.02      | 0.02 | 14.472 | 0.04      | 0.03 |
| 30/09/2022 | 13:00pm | 88h    | 15.172 | 0.01      | 0.01 | 2.357 | 0.03      | 0.03 | 14.485 | 0.05      | 0.04 |

#### PENETRACIÓN

| Penetración (mm) | Tiempo (Seg) | Carga Est. | MOLDE No K-1 |        |        |         | MOLDE No K-21 |        |        |         | MOLDE No K-16 |        |        |         |
|------------------|--------------|------------|--------------|--------|--------|---------|---------------|--------|--------|---------|---------------|--------|--------|---------|
|                  |              |            | Dial         | Kg     | Kg/cm2 | Correc. | Dial          | Kg     | Kg/cm2 | Correc. | Dial          | Kg     | Kg/cm2 | Correc. |
| 0                | 00:00        |            | 0.0          | 0.0    | 0.0    |         | 0.00          | 0.0    | 0.00   |         | 0.0           | 0.0    | 0.00   |         |
| 0.63             | 00:30        |            | 3.80         | 387.4  | 20.0   |         | 3.59          | 366.0  | 19.86  |         | 3.02          | 307.8  | 16.87  |         |
| 1.27             | 01:00        |            | 10.18        | 1037.7 | 53.5   |         | 8.40          | 856.3  | 44.14  |         | 4.61          | 469.9  | 24.22  |         |
| 1.91             | 01:30        |            | 12.51        | 1275.2 | 65.7   |         | 10.49         | 1069.3 | 55.12  |         | 6.28          | 640.2  | 33.00  |         |
| 2.54             | 02:00        | 70.31      | 15.21        | 1550.5 | 79.9   |         | 12.10         | 1233.4 | 63.58  |         | 7.11          | 724.8  | 37.36  |         |
| 3.81             | 03:00        |            | 19.26        | 1963.3 | 101.2  |         | 15.35         | 1564.7 | 80.66  |         | 10.26         | 1045.9 | 53.91  |         |
| 5.09             | 04:00        | 105.00     | 24.51        | 2498.5 | 128.8  |         | 19.86         | 2024.5 | 104.35 |         | 13.49         | 1375.1 | 70.88  |         |
| 6.35             | 05:00        |            | 27.35        | 2788.0 | 143.7  |         | 22.26         | 2268.1 | 116.96 |         | 15.26         | 1555.6 | 80.16  |         |
| 7.62             | 06:00        |            | 31.25        | 3185.5 | 164.2  |         | 23.86         | 2432.2 | 125.37 |         | 16.83         | 1715.6 | 88.43  |         |
| 8.89             | 07:00        |            | 33.19        | 3381.2 | 174.3  |         | 24.52         | 2499.5 | 128.84 |         | 17.98         | 1832.8 | 94.48  |         |

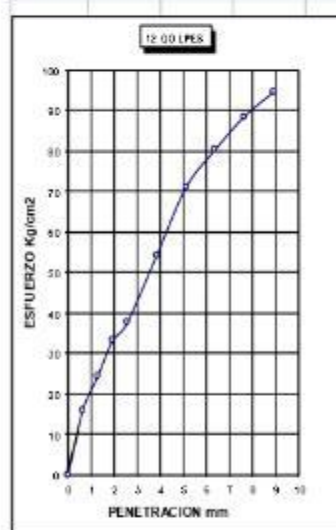
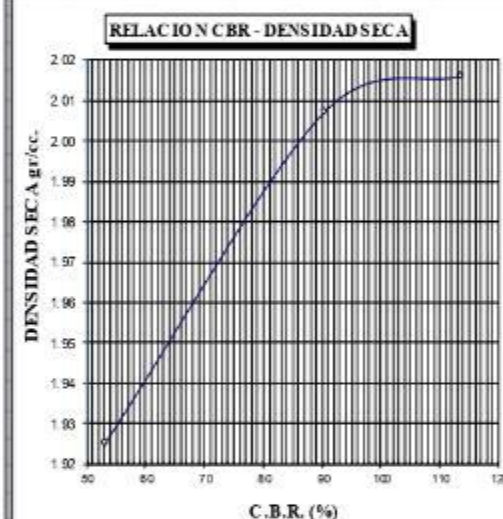
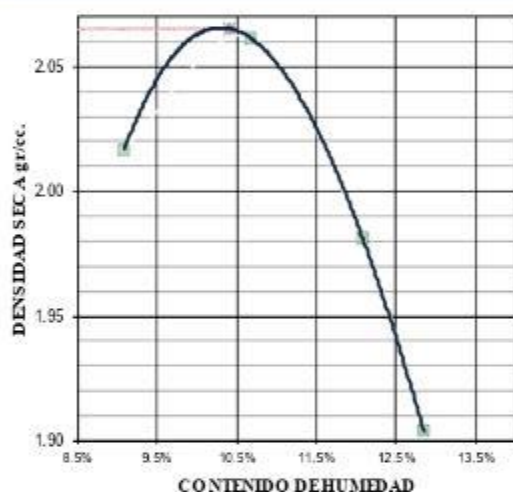


### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

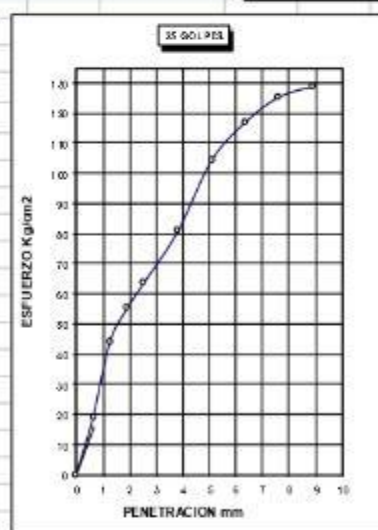


#### ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) (ASTM D 1883)

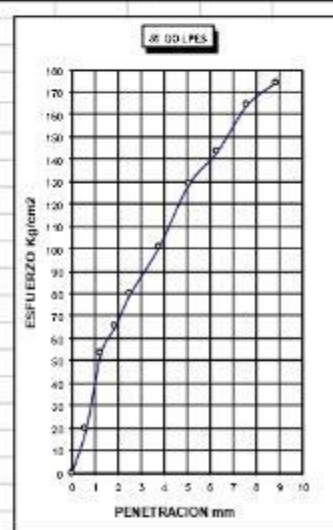
|             |                                                                                                                                          |                                        |                                  |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------|
| PROYECTO:   | : "ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO - MAÑAZO" | METODO DE COMPACTACION (ASTM D1557-91) | C                                |
|             |                                                                                                                                          | MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc.)          | 2.065                            |
|             |                                                                                                                                          | HUMEDAD OPTIMA (%)                     | 10.40%                           |
| SOLICITADO: | : BACH. JUAN VLADIMIR LIMSE BERRIO                                                                                                       | CBR AL 100% DE M.D.S. (%)              | 114%                             |
| UBICACIÓN:  | : DISTRITO PUNO                                                                                                                          | CBR AL 95% DE M.D.S. (%)               | 69.0%                            |
| FECHA:      | : AGOSTO DEL 2022                                                                                                                        | MUESTRA                                | SUCS: SP-SC<br>AASHTO: A-2-4 (0) |
| REFERENCIA: | : PROYECTO DE TESIS                                                                                                                      | EM BEBIDO                              | 4 DIAS                           |



CBR (CORR.)= 53%



CBR (CORR.)= 90%



CBR (CORR.)= 114%



| UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ |                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ficha de recolección de datos               |                                                                                                                                           |
| Tesis:                                      | ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024 |
| Tesista:                                    | Bach. EDWIN RONAL CONDORI MAMANI                                                                                                          |
| Asesor:                                     | Dr. EFRAIN PARILLO SOSA                                                                                                                   |

|                        |                                                                                                                               |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Título:                | Efectos del uso de cemento en la estabilización de suelos dispersivos de la carretera Desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021 |
| Código:                | E-02                                                                                                                          |
| Ubicación:             | Kelluyo-Puno                                                                                                                  |
| Agente Estabilizador   | Cemento                                                                                                                       |
| Tipo de Estabilización | Química tradicional                                                                                                           |

| Muestra                   | Limite Líquido (%) | Limite Plástico (%) | Índice de Plasticidad (%) | Contenido Optimo de Humedad (%) | Máxima Densidad Seca (gr/cm3) | CBR 0.1" al 100% |
|---------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------|
| Sin adición               | 41                 | 35                  | 6                         | 25.1                            | 13.84                         | 4.6              |
| Con adición de Cemento 8% | 28                 | 25                  | 3                         | 13                              | 18.69                         | 93               |

| Autor                                    | Supervisor |
|------------------------------------------|------------|
| Firma:                                   | Firma:     |
| Nombre: Bach. EDWIN RONAL CONDORI MAMANI | Nombre:    |





**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Efectos del uso de cemento en la estabilización de  
suelos dispersivos de la carretera Desvío  
Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021**

Mary Carmen Yana Condori

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniera Civil

Huancayo, 2021







**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

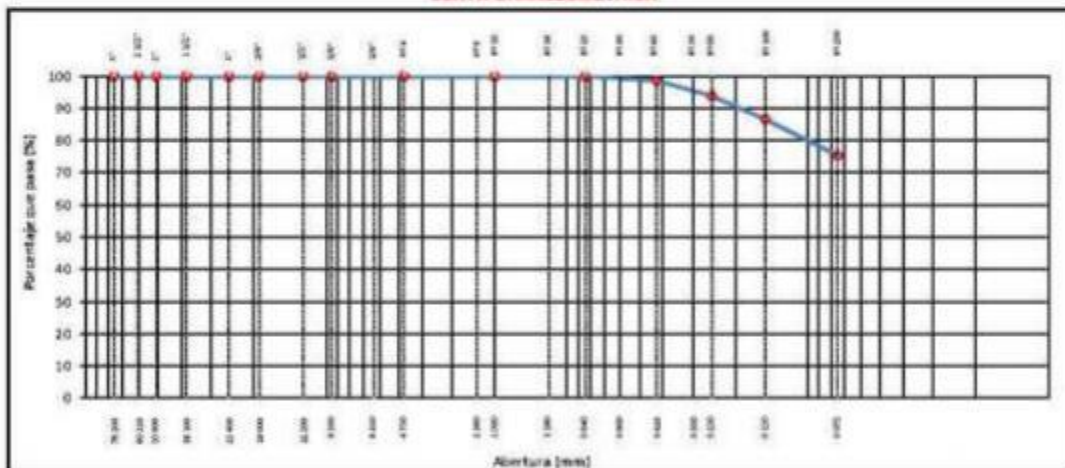
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

|        |                                                                                                                               |             |                        |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESTES | EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUÑO 2021 | Registro N° | UC_MCYC-02/22-006-G&C  |
|        |                                                                                                                               | Fecha       | 24 de Febrero del 2022 |

| DATOS GENERALES |                                                                                             |               |                                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE OJICUITO - DEP. PUÑO |               |                                     |
| PROCEDENCIA     | PROG. 16+750                                                                                | SOLICITANTE   | Bach. J.C. Mary Carmen YANA CONDORE |
| CALICATA        | C - 03                                                                                      | TAMANO MÁXIMO | Nº 8                                |
| MUESTRA         | M - 02                                                                                      | MARGEN DE VÍA | IZQUIERDO                           |
| PROFUND.        | 0.30 - 1.45 m.                                                                              |               |                                     |
|                 |                                                                                             | COORDENADAS   |                                     |
|                 |                                                                                             | ESTE          | 475204.55 m. E                      |
|                 |                                                                                             | NORTE         | 6152706.79 m. S                     |
|                 |                                                                                             | COTA          | 3944 m.s.n.m.                       |

| TAMIZ     | ANÁLISIS (g) | MASS RETENIDA | NO RETENIDA | RETENIDA ACUMULADA | NO RETENIDA ACUMULADA | ESPECIFICACION | ENSAYOS OUTLINEAR DE CLASIFICACIÓN (2014 - 2018 - 2019 - 2020) |
|-----------|--------------|---------------|-------------|--------------------|-----------------------|----------------|----------------------------------------------------------------|
| 10 in.    | 254.000      |               |             |                    |                       |                | Masa inicial seca: 270.40 gr                                   |
| 8 in.     | 152.400      |               |             |                    |                       |                | Masa Global: 270.40 gr                                         |
| 5 in.     | 127.000      |               |             |                    |                       |                | CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO                              |
| 4 in.     | 101.600      |               |             |                    |                       |                | Contenido de Humedad (%)                                       |
| 3 in.     | 76.200       |               |             |                    |                       |                | 17.30                                                          |
| 2 1/2 in. | 60.350       |               |             |                    |                       |                | TAMANO MÁXIMO                                                  |
| 2 in.     | 50.800       |               |             |                    |                       |                | Nº 8                                                           |
| 1 1/2 in. | 38.100       |               |             |                    |                       |                | Límite Líquido (LL)                                            |
| 1 in.     | 25.400       |               |             |                    |                       |                | 37.00                                                          |
| 3/4 in.   | 19.000       |               |             |                    |                       |                | Límite Plástico (LP)                                           |
| 1/2 in.   | 12.500       |               |             |                    |                       |                | 32.00                                                          |
| 3/8 in.   | 9.500        |               |             |                    |                       |                | Índice Plástico (PI)                                           |
| 1/4 in.   | 6.350        |               |             |                    |                       |                | 5.00                                                           |
| Nº 4      | 4.750        |               |             |                    |                       |                | Calificación (SUCS)                                            |
| Nº 6      | 2.360        |               |             |                    |                       |                | ML                                                             |
| Nº 10     | 2.000        | 0.18          | 0.06        | 0.06               | 99.94                 |                | Calificación (AASHTO)                                          |
| Nº 15     | 1.190        |               |             |                    |                       |                | A-4 (4)                                                        |
| Nº 20     | 0.840        | 0.26          | 0.09        | 0.16               | 99.84                 |                | Índice de Consistencia                                         |
| Nº 30     | 0.600        |               |             |                    |                       |                | 3.94                                                           |
| Nº 40     | 0.425        | 3.48          | 1.25        | 1.43               | 96.60                 |                | DESCRIPCIÓN DEL SUELO                                          |
| Nº 50     | 0.300        |               |             |                    |                       |                | Descripción (AASHTO): REG-MALO                                 |
| Nº 60     | 0.250        | 13.34         | 4.79        | 5.19               | 93.81                 |                | Descripción (SUCS): Limo de baja plasticidad con arena         |
| Nº 100    | 0.150        | 20.15         | 7.21        | 13.40              | 86.60                 |                | Materia Orgánica:                                              |
| Nº 200    | 0.075        | 31.45         | 11.26       | 24.66              | 75.34                 |                | Porcentaje                                                     |
| < Nº 200  | FONDO        | 210.50        | 75.34       | 100.00             |                       |                | CU: 0.000 CC: 0.000                                            |
|           |              |               |             |                    |                       |                | CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS                                |
|           |              |               |             |                    |                       |                | Grava > 3": 0.00                                               |
|           |              |               |             |                    |                       |                | Grava 3" - Nº 4: 0.00                                          |
|           |              |               |             |                    |                       |                | Arena Nº 4 - Nº 200: 24.66                                     |
|           |              |               |             |                    |                       |                | Fines < Nº 200: 75.34                                          |
|           |              |               |             |                    |                       |                | Nº 8: 0.0%                                                     |

### CURVA GRANULOMÉTRICA



### OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado de Análisis N° 17-06-2021 con fecha 21/2/2021  
Certificado de Análisis N° 17-06-2021 con fecha 21/2/2021

BACH. J. BARTOLOME VAREZ CLARA  
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y MATERIALES  
COP: 00000000

ING. ANTO CARL GONZALEZ LALLA  
COP: 00000000



**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



### LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

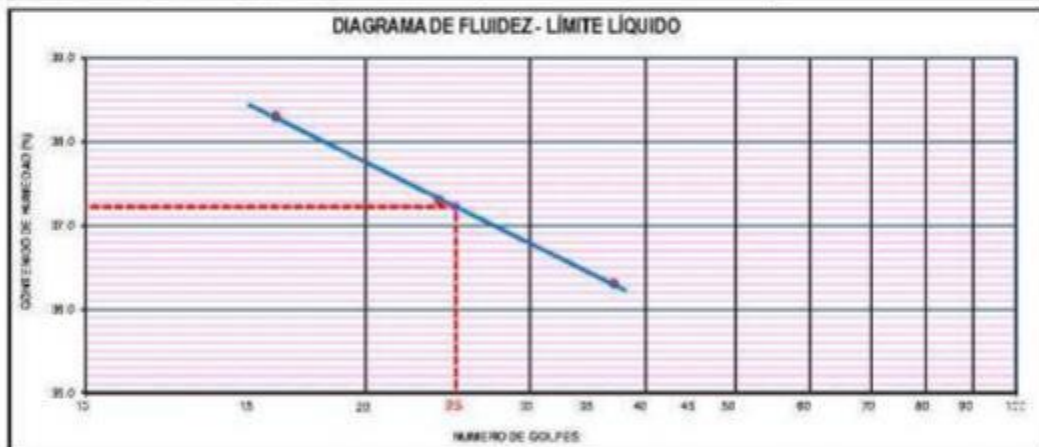
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

|       |                                                                                                                                |             |                        |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESIS | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | Registro N° | UC_MCYC-02/22-006-08C  |
|       |                                                                                                                                | Fecha       | 34 de Febrero del 2023 |

| DATOS GENERALES |                                                                                             |               |                                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+800 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                     |
| PROVENIENCIA    | PR.DG. 16+750                                                                               | SOLICITANTE   | Bach. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | C - 03                                                                                      |               |                                     |
| MUESTRA         | M - 02                                                                                      | TAMANO MÁXIMO | N° 8                                |
| PROFUND.        | 0,30 - 1,45 m.                                                                              | MARGEN DE VÍA | IZQUIERDO                           |
|                 |                                                                                             | COORDENADAS   |                                     |
|                 |                                                                                             | ESTE          | 475204.55 m. E                      |
|                 |                                                                                             | NORTE         | 8152708.79 m. S                     |
|                 |                                                                                             | COTA          | 3844 m.s.n.m.                       |

| LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1) |     |         |         |         |  |
|--------------------------------------|-----|---------|---------|---------|--|
| Nº. DE TARA                          | n°  | LC - 26 | LC - 27 | LC - 28 |  |
| MAZA DE LA TARA                      | [g] | 48.55   | 46.09   | 46.40   |  |
| MAZA TARA + SUELO HUMEDO             | [g] | 58.43   | 54.55   | 56.27   |  |
| MAZA TARA + SUELO SECO               | [g] | 52.96   | 59.83   | 50.99   |  |
| MAZA DE AGUA                         | [g] | 5.47    | 5.12    | 5.26    |  |
| MAZA DEL SUELO SECO                  | [g] | 14.3    | 13.74   | 14.54   |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD                 | (%) | 38.3    | 37.3    | 36.3    |  |
| NÚMERO DE GOLPES                     | n°  | 16      | 24      | 37      |  |

| LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1) |     |         |         |  |  |
|---------------------------------------|-----|---------|---------|--|--|
| Nº. DE TARA                           |     | LC - 29 | LC - 30 |  |  |
| MAZA DE LA TARA                       | [g] | 46.52   | 46.61   |  |  |
| MAZA TARA + SUELO HUMEDO              | [g] | 49.75   | 49.57   |  |  |
| MAZA TARA + SUELO SECO                | [g] | 48.96   | 48.86   |  |  |
| MAZA DE AGUA                          | [g] | 0.79    | 0.71    |  |  |
| MAZA DEL SUELO SECO                   | [g] | 2.44    | 2.25    |  |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD                  | (%) | 32.4    | 31.6    |  |  |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA |       |
|----------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO                   | 37.00 |
| LÍMITE PLÁSTICO                  | 30.00 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD            | 7.00  |

BACH. J. BARTOLOME ERREZ CLAMA  
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y ARGUMENTOS  
COP: 30000000

| OBSERVACIONES                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------|
| LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. |

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ANDRÉS GARCÍA GÓMEZ CALLA  
COP: 30000000



**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



### CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

|        |                                                                                                                                |             |                        |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESTES | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | Registro N° | UC_MOP-02/22-884-G&C   |
|        |                                                                                                                                | Fecha       | 24 de Febrero del 2022 |

| DATOS GENERALES |                                                                                             |               |                                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                     |
| PROCEDENCIA     | PROG. 16+750                                                                                | SOLICITANTE   | Bach. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | C - 03                                                                                      |               |                                     |
| MUESTRA         | M - 02                                                                                      | TAMANO MÁXIMO | Nº 8                                |
| PROFUND.        | 0.30 - 1.45 m.                                                                              | MARGEN DE VÍA | IZQUIERDO                           |
|                 |                                                                                             | COORDENADAS   |                                     |
|                 |                                                                                             | ESTE          | 475204.55 m. E                      |
|                 |                                                                                             | NORTE         | 8152706.79 m. S                     |
|                 |                                                                                             | COTA          | 3944 m.s.n.m.                       |

| Nº DE ENSAYOS            |     | 1       | 2       | 3       |
|--------------------------|-----|---------|---------|---------|
| Nº Tara                  |     | CH - 16 | CH - 17 | CH - 18 |
| Masa Tara                | [g] | 71.37   | 79.45   | 73.86   |
| Masa Tara + Suelo Humedo | [g] | 402.95  | 411.05  | 396.93  |
| Masa Tara + Suelo Seco   | [g] | 354.93  | 361.54  | 346.79  |
| Masa Agua                | [g] | 48.93   | 49.52   | 48.14   |
| Masa Suelo Seco          | [g] | 282.66  | 291.09  | 274.93  |
| Contenido de Humedad     | [g] | 17.31   | 17.01   | 17.51   |
| PROMEDIO                 | (%) | 17.3    |         |         |

#### Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*[Firma]*  
BACH. L.C. BARTOLOME FLORES CAMA  
INGENIERO ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES  
C.R.C. 01000010

*[Firma]*  
ING. ANA LUIS GOMEZ CALA  
INGENIERO ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES  
C.R.C. 000010





**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lb/ft<sup>3</sup> (2 700 kN-m/m<sup>3</sup>)) (ASTM D 1557-12e1)

|       |                                                                                                                                |                                     |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| TESIS | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVIO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | Registro N° : UC_MOVC-02/22-006-G&C |
|       |                                                                                                                                | Fecha : 24 de Febrero del 2022      |

| DATOS GENERALES |                                                                                               |               |                                       |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|
| UBICACIÓN       | : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                       |
| PROCEDENCIA     | : PROG. 16+750                                                                                | SOLICITANTE   | : Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | : C - 03                                                                                      |               |                                       |
| MUESTRA         | : M - 02                                                                                      | TAMANO MÁXIMO | : Nº 8                                |
| PROFUND.        | : 0.30 - 1.45 m.                                                                              | MARGEN DE VÍA | : (IZQUIERDO)                         |
|                 |                                                                                               | COORDENADAS   |                                       |
|                 |                                                                                               | ESTE          | : 475204.55 m. E                      |
|                 |                                                                                               | NORTE         | : 8152708.79 m. S                     |
|                 |                                                                                               | COTA          | : 3844 m.s.n.m.                       |

| DATOS DE LA MUESTRA    |                                      | DATOS DEL ENSAYO  |                             |
|------------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS)   | : ML                                 | % Ret. Tamiz 3/4" | METODO DE ENSAYO Método "A" |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-4 (4)                            | % Ret. Tamiz 3/8" | No DE CAPAS 05              |
| DESCRIPCIÓN (SUCS)     | : Lino de baja plasticidad con arena | % Ret. Tamiz Nº4: | GOLPES POR CAPA 25          |

| EQUIPO EMPLEADO |          |                   |                     |
|-----------------|----------|-------------------|---------------------|
| MOLDE No        | X - 06   | VOLUMEN DEL MOLDE | 938 cm <sup>3</sup> |
| MASA DEL MOLDE  | 3,681 g. | TIPO DE MARTILLO  | Manual              |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO |                      |       |       |       |       |
|---------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Masa Suelo Humedo + Molde       | (g)                  | 5535  | 5587  | 5513  | 5491  |
| Masa del Molde                  | (g)                  | 3681  | 3681  | 3681  | 3681  |
| Masa del Suelo Humedo           | (g)                  | 1854  | 1906  | 1832  | 1810  |
| Densidad del Suelo Humedo       | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.977 | 2.032 | 1.953 | 1.919 |

| Capsula No                    | No                   | TP-09  | TP-10  | TP-11  | TP-12  |
|-------------------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|
| Masa de la Capsula            | (g)                  | 90.61  | 87.02  | 89.07  | 87.46  |
| Suelo Humedo + Capsula        | (g)                  | 341.26 | 452.73 | 411.48 | 329.03 |
| Masa del Suelo Seco + Capsula | (g)                  | 299.82 | 387.90 | 349.86 | 280.25 |
| Masa del Agua                 | (g)                  | 41.44  | 64.83  | 61.62  | 48.78  |
| Masa del Suelo Seco           | (g)                  | 209.31 | 300.68 | 260.79 | 192.79 |
| Humedad (%)                   | %                    | 19.81% | 21.55% | 23.63% | 25.30% |
| Promedio de Humedad (%)       | %                    | 19.81% | 21.55% | 23.63% | 25.30% |
| Densidad del Suelo Seco       | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.650  | 1.672  | 1.580  | 1.531  |
| Peso Unitario Seco            | (kN/m <sup>3</sup> ) | 16.18  | 16.39  | 15.49  | 15.02  |

|                     |                    |                    |             |                          |
|---------------------|--------------------|--------------------|-------------|--------------------------|
| PROCTOR MODIFICADO  | : ASTM D-1557-12e1 | PESO UNITARIO SECO | 1.675 gr/cc | 16.430 kN/m <sup>3</sup> |
| MET. DE PREPARACIÓN | : Húmedo           | HUMEDAD OPTIMA     | 21.20 %     | 21.20 %                  |



OBSERVACIONES: Los datos y datos fueron proporcionados por el responsable del estudio.

Elaborado por: *[Firma]* **Ing. J. C. BARTOLINO BARTOLINO**  
Técnico Especialista en Suelos y Promoción  
G&C - INGENIERIA

Revisado por: *[Firma]* **Ing. J. C. BARTOLINO BARTOLINO**  
Técnico Especialista en Suelos y Promoción  
G&C - INGENIERIA





### G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



## ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                                                                                                                                                                                                                                       |             |             |             |             |             |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>TESIS</b><br>EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUO, PUNO 2021                                                                                                                                                                                                  |             | Página N° : 01-MTC-0523-000-SAC<br>Fecha : 10 de Febrero del 2021                                                                                                                                                                     |             |             |             |             |             |             |
| <b>DATOS GENERALES</b><br>UBICACIÓN : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUO, Km. 14+808 - 17+508, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO<br>PROCEDENCIA : PROG. 14+758<br>CALICATA : C - 03<br>MUESTRA : M - 02<br>PROFUND. : 0.30 - 1.45 m.<br>SOLICITANTE : Bach. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI<br>TAMAÑO MÁXIMO : N° 8<br>RAMEN DE VÍA : IZQUIERDO |             |                                                                                                                                                                                                                                       |             |             |             |             |             |             |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b><br>CLASIFICACIÓN (SUCS) : ML<br>CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-4 (4)<br>DESCRICIÓN (SUCS) : Limo de baja plasticidad con arena                                                                                                                                                                                         |             | <b>DATOS PARA EL ENSAYO</b><br>MÉTODO DE ENSAYO : Método "A"<br>PESO UNITARIO SUELO : 16.43 kg/m³<br>HUMEDAD ÓPTIMA : 21.30 %<br>TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 horas)<br>TIPO DE MARTILLO : Manual<br>MTD. DE PREPARACIÓN : Método |             |             |             |             |             |             |
| MOLDE No : 0030<br>NÚMERO DE CAPAS : 5<br>NÚMERO DE GOLPES POR CAPA : 50<br>N° SOBRECARGA CIRCULAR : 1<br>N° SOBRECARGA ANGULAR : 1<br>CONDICIONES DE LA MUESTRA : CBR                                                                                                                                                                        |             | SEN SUMERGIDO<br>SUMERGIDO<br>SEN SUMERGIDO<br>SUMERGIDO<br>SEN SUMERGIDO<br>SUMERGIDO                                                                                                                                                |             |             |             |             |             |             |
| <b>RESULTADOS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |             |                                                                                                                                                                                                                                       |             |             |             |             |             |             |
| Masa Suelo Humedo + Molde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             | 13329                                                                                                                                                                                                                                 |             |             |             |             |             |             |
| Masa del Molde                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             | 8227                                                                                                                                                                                                                                  |             |             |             |             |             |             |
| Masa del Suelo Humedo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             | 4202                                                                                                                                                                                                                                  |             |             |             |             |             |             |
| Volumen del Suelo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |             | 2538                                                                                                                                                                                                                                  |             |             |             |             |             |             |
| Densidad del Suelo Humedo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |             | 1.656                                                                                                                                                                                                                                 |             |             |             |             |             |             |
| Capacidad No                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |             | PC - 13                                                                                                                                                                                                                               |             |             |             |             |             |             |
| Masa de la Capa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             | 15.75                                                                                                                                                                                                                                 |             |             |             |             |             |             |
| Suelo Humedo + Capa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             | 556.81                                                                                                                                                                                                                                |             |             |             |             |             |             |
| Masa del Suelo Seco + Capa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |             | 470.87                                                                                                                                                                                                                                |             |             |             |             |             |             |
| Masa del Agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |             | 85.94                                                                                                                                                                                                                                 |             |             |             |             |             |             |
| Masa del Suelo Seco                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             | 385.71                                                                                                                                                                                                                                |             |             |             |             |             |             |
| Humedad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |             | 22.29%                                                                                                                                                                                                                                |             |             |             |             |             |             |
| Porcentaje de Humedad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             | 22.29%                                                                                                                                                                                                                                |             |             |             |             |             |             |
| Densidad del Suelo Seco                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |             | 1.579                                                                                                                                                                                                                                 |             |             |             |             |             |             |
| Peso Unitario Seco                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             | 15.456                                                                                                                                                                                                                                |             |             |             |             |             |             |
| <b>EXPANSIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |                                                                                                                                                                                                                                       |             |             |             |             |             |             |
| Fecha                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Hora        | Temperatura                                                                                                                                                                                                                           | Diámetro    | Expansión   | Diámetro    | Expansión   | Diámetro    | Expansión   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             |                                                                                                                                                                                                                                       | mm          | %           | mm          | %           | mm          | %           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             | 0:00:00                                                                                                                                                                                                                               | 498.00      | 0.00        | 61.00       | 0.00        | 450.00      | 0.00        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             | 24:00:00                                                                                                                                                                                                                              | 500.00      | 0.05        | 61.00       | 0.10        | 450.00      | 0.20        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             | 48:00:00                                                                                                                                                                                                                              | 500.00      | 0.10        | 61.00       | 0.20        | 450.00      | 0.30        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             | 72:00:00                                                                                                                                                                                                                              | 507.00      | 0.22        | 61.00       | 0.25        | 460.00      | 0.41        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |             | 96:00:00                                                                                                                                                                                                                              | 509.00      | 0.26        | 61.00       | 0.26        | 460.00      | 0.29        |
| <b>PENETRACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |                                                                                                                                                                                                                                       |             |             |             |             |             |             |
| Penetración                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Profundidad | Temperatura                                                                                                                                                                                                                           | Temperatura | Temperatura | Temperatura | Temperatura | Temperatura | Temperatura |
| mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | mm          | °C                                                                                                                                                                                                                                    | °C          | °C          | °C          | °C          | °C          | °C          |
| 0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0           | 00:00                                                                                                                                                                                                                                 | 0.0         | 0.00        | 0.00        | 0.0         | 0.00        | 0.00        |
| 0.03                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.025       | 00:30                                                                                                                                                                                                                                 | 14.0        | 0.72        | 0.07        | 14.0        | 0.72        | 0.07        |
| 1.27                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.050       | 01:00                                                                                                                                                                                                                                 | 36.0        | 1.09        | 0.10        | 20.0        | 1.02        | 0.12        |
| 1.90                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.075       | 01:30                                                                                                                                                                                                                                 | 42.0        | 2.22        | 0.20        | 28.0        | 1.99        | 0.20        |
| 2.54                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.100       | 02:00                                                                                                                                                                                                                                 | 66.0        | 4.40        | 0.45        | 22.0        | 2.89        | 0.26        |
| 3.17                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.125       | 02:30                                                                                                                                                                                                                                 | 114.0       | 5.89        | 0.58        | 46.0        | 3.41        | 0.32        |
| 3.81                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.150       | 03:00                                                                                                                                                                                                                                 | 143.0       | 7.29        | 0.72        | 83.0        | 4.29        | 0.42        |
| 5.08                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.200       | 04:00                                                                                                                                                                                                                                 | 195.0       | 10.10       | 0.99        | 120.0       | 6.20        | 0.61        |
| 6.35                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.250       | 05:00                                                                                                                                                                                                                                 | 228.0       | 12.92       | 1.27        | 162.0       | 8.40        | 0.82        |
| 7.62                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.300       | 06:00                                                                                                                                                                                                                                 | 298.0       | 18.40       | 1.52        | 204.0       | 12.05       | 1.04        |
| 8.89                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.350       | 07:00                                                                                                                                                                                                                                 | 352.0       | 21.39       | 1.79        | 245.0       | 15.69       | 1.24        |
| 10.16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.400       | 08:00                                                                                                                                                                                                                                 | 401.0       | 25.72       | 2.05        | 289.0       | 18.91       | 1.46        |
| 11.43                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.450       | 09:00                                                                                                                                                                                                                                 | 458.0       | 28.29       | 2.28        | 328.0       | 19.94       | 1.62        |
| 12.70                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.500       | 10:00                                                                                                                                                                                                                                 | 494.0       | 30.81       | 2.45        | 345.0       | 17.83       | 1.75        |

OBSERVACIONES

UNIFORMEMENTE COMPACTED SPECIMENS

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Prueba de CBR en laboratorio de ensayo de materiales de la UANCV

Fecha de la prueba: 10 de febrero del 2021

Temperatura ambiente: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

UNIFORMEMENTE COMPACTED SPECIMENS

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Prueba de CBR en laboratorio de ensayo de materiales de la UANCV

Fecha de la prueba: 10 de febrero del 2021

Temperatura ambiente: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C

Temperatura de la muestra: 21.30 °C



**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABON

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES

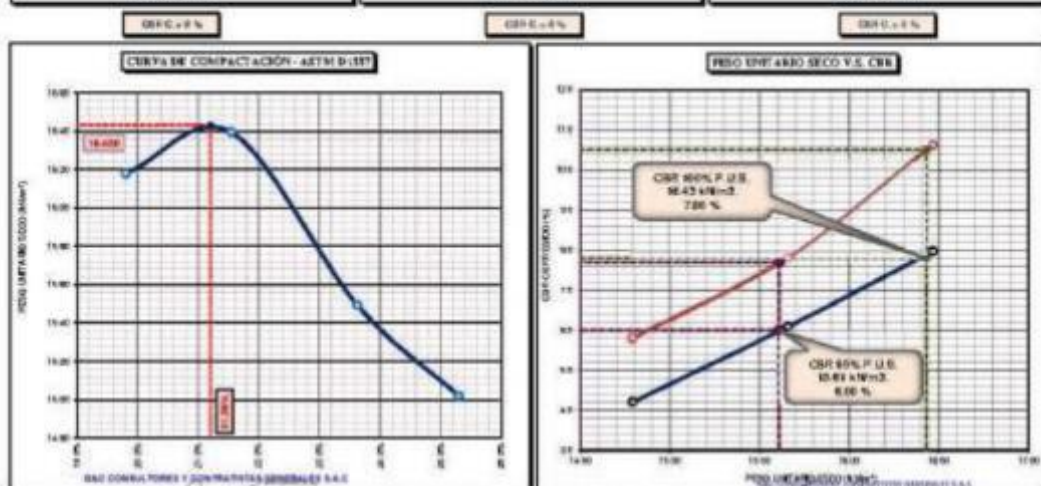
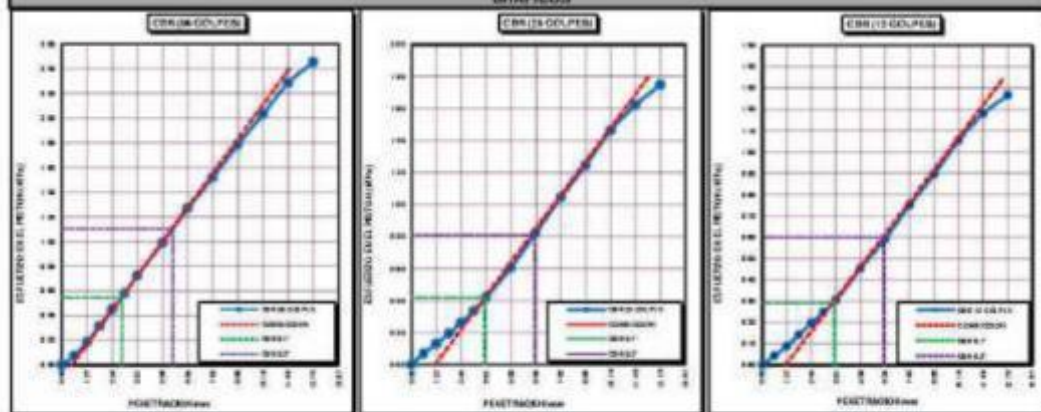


### ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D1883 - 16)

|                           |                                                                                                                               |  |                                    |                        |                                                                                         |   |         |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---|---------|
| TESTES                    | EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLYO, PUNO 2021. |  | Registro N°                        | UC_MCYC-03/22-004-05C  |                                                                                         |   |         |
|                           |                                                                                                                               |  | Fecha                              | 04 de Febrero del 2022 |                                                                                         |   |         |
| DATOS GENERALES           |                                                                                                                               |  |                                    |                        |                                                                                         |   |         |
| UBICACIÓN                 | CARRETERA D.V. DESAGUADERO - KELLYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO                                   |  |                                    |                        |                                                                                         |   |         |
| PROCEDENCIA               | PROG. 18+750                                                                                                                  |  | SOLICITANTE                        |                        | COORDENADAS<br>ESTE : 475204,85 m. E<br>NORTE : 8152708,79 m. N<br>COTA : 3644 m.s.n.m. |   |         |
| CALICATA                  | C - 03                                                                                                                        |  | Bach. I.C. Mary Camas YANA CONDORE |                        |                                                                                         |   |         |
| MUESTRA                   | M - 02                                                                                                                        |  | TAMANO MÁXIMO : Nº 8               |                        |                                                                                         |   |         |
| PROFUND.                  | 0.30 - 1.45 m.                                                                                                                |  | MARGEN DE VÍA : IZQUIERDO          |                        |                                                                                         |   |         |
|                           |                                                                                                                               |  |                                    |                        |                                                                                         |   |         |
| DATOS DE LA MUESTRA       |                                                                                                                               |  | DATOS PARA EL ENSAYO               |                        |                                                                                         |   |         |
| CLASIFICACIÓN (SUCS)      | ML                                                                                                                            |  | NORMA                              | ASTM D-1557-12a1       |                                                                                         |   |         |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO)    | A-4 (4)                                                                                                                       |  | METODO DE ENSAYO                   | Método "A"             |                                                                                         |   |         |
| DESCRIPCIÓN (SUCS)        | masa de baja plasticidad con arena                                                                                            |  | TIEMPO DE INMERSIÓN                | 4 Días (96 Horas)      |                                                                                         |   |         |
| CBR (100% DE M.D.S.) 0.3" |                                                                                                                               |  | %                                  | 7.80 %                 | CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"                                                               | % | 10.50 % |
| CBR (95% DE M.D.S.) 0.3"  |                                                                                                                               |  | %                                  | 6.00 %                 | CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"                                                                | % | 7.70 %  |

#### GRÁFICOS



#### OBSERVACIONES

LOS RESULTADOS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ENSAYO.

Elaborado de calibración N° LP-122-2021 con fecha 21/12/2021

BACH. J.C. BARTOLOME INYET CLAMA  
TELÉFONO: 051 974 444 444  
CORREO: jcbartolome@uancv.edu.pe

ING. ALBA LUIS GONZALEZ CALLA  
TELÉFONO: 051 974 444 444  
CORREO: alba@uancv.edu.pe





**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

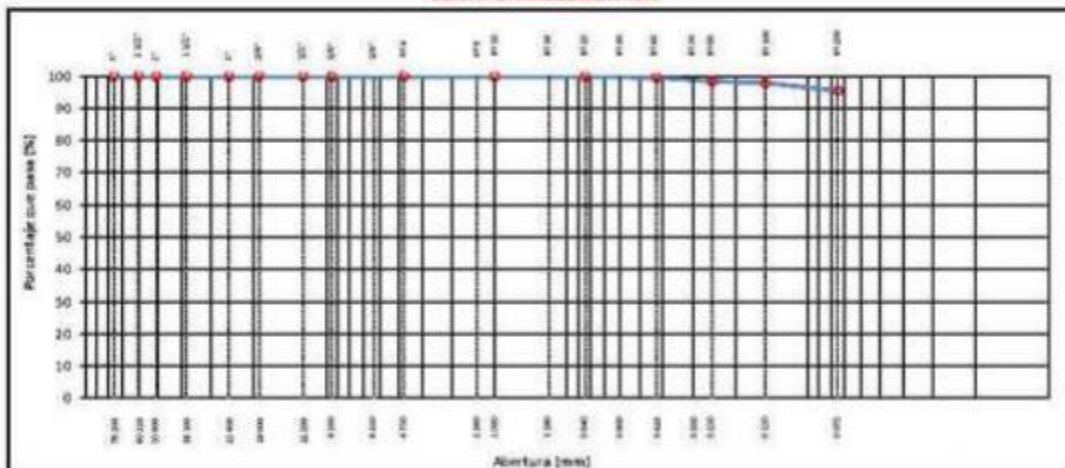
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

|        |                                                                                                                                |             |                        |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESTES | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUÑO 2021 | Registro N° | UC_MCYC-02/22-007-G&C  |
|        |                                                                                                                                | Fecha       | 24 de Febrero del 2022 |

| DATOS GENERALES |                                                                                             |               |                             |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE OJICUITO - DEP. PUÑO |               |                             |
| PROCEDENCIA     | PROG. 17+000                                                                                | SOLICITANTE   | Bach. J.C. Mary Carmen YANA |
| CALICATA        | C - 04                                                                                      | CONDOR        |                             |
| MUESTRA         | M - 01                                                                                      | TAMANO MÁXIMO | Nº 16                       |
| PROFUND.        | 0.00 - 0.15 m.                                                                              | MARGEN DE VÍA | DERECHO                     |
|                 |                                                                                             | COORDENADAS   |                             |
|                 |                                                                                             | ESTE          | 474967.95 m. E              |
|                 |                                                                                             | NORTE         | 8152641.91 m. S             |
|                 |                                                                                             | COTA          | 3846 m.s.n.m.               |

| TAMIZ     | ANÁLISIS (g) | MASS RETENIDA | NO RETENIDA | RETENIDA ACUMULADA | NO RETENIDA ACUMULADA | ESPECIFICACION | ENSAYOS OUTLINEAR DE CLASIFICACIÓN (2014 - 2019 - 2020 - 2021) |
|-----------|--------------|---------------|-------------|--------------------|-----------------------|----------------|----------------------------------------------------------------|
| 10 in.    | 254.000      |               |             |                    |                       |                | Massa inicial seca: 101.41 gr                                  |
| 8 in.     | 152.400      |               |             |                    |                       |                | Massa Global: 101.41 gr                                        |
| 5 in.     | 127.000      |               |             |                    |                       |                | CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO                              |
| 4 in.     | 101.600      |               |             |                    |                       |                | Contenido de Humedad (%)                                       |
| 3 in.     | 76.200       |               |             |                    |                       |                | 5.40                                                           |
| 2 1/2 in. | 60.350       |               |             |                    |                       |                | TAMANO MÁXIMO                                                  |
| 2 in.     | 50.800       |               |             |                    |                       |                | Nº 16                                                          |
| 1 1/2 in. | 38.100       |               |             |                    |                       |                | Límite Líquido (LL)                                            |
| 1 in.     | 25.400       |               |             |                    |                       |                | 59.00                                                          |
| 3/4 in.   | 19.000       |               |             |                    |                       |                | Límite Plástico (LP)                                           |
| 1/2 in.   | 12.500       |               |             |                    |                       |                | 45.00                                                          |
| 3/8 in.   | 9.500        |               |             |                    |                       |                | Índice Plástico (IP)                                           |
| 1/4 in.   | 6.350        |               |             |                    |                       |                | 14.00                                                          |
| Nº 4      | 4.750        |               |             |                    |                       |                | Calificación (SUCS)                                            |
| Nº 6      | 2.360        |               |             |                    |                       |                | MH                                                             |
| Nº 10     | 2.000        |               |             |                    |                       |                | Calificación (AASHTO)                                          |
| Nº 16     | 1.190        |               |             |                    |                       |                | A-7-5 (21)                                                     |
| Nº 20     | 0.840        | 0.29          | 0.19        | 0.19               | 100.00                |                | Índice de Consistencia                                         |
| Nº 30     | 0.600        |               |             |                    |                       |                | 3.83                                                           |
| Nº 40     | 0.425        | 0.49          | 0.32        | 0.32               | 99.81                 |                | DESCRIPCIÓN DEL SUELO                                          |
| Nº 50     | 0.300        |               |             |                    |                       |                | Descripción (AASHTO)                                           |
| Nº 60     | 0.250        | 1.00          | 1.06        | 1.07               | 98.43                 |                | MALO                                                           |
| Nº 100    | 0.150        | 0.82          | 0.54        | 2.11               | 97.89                 |                | Descripción (SUCS)                                             |
| Nº 200    | 0.075        | 3.63          | 2.49        | 4.51               | 95.49                 |                | Uno de alta plasticidad                                        |
| < Nº 200  | FONDO        | 144.58        | 95.49       | 100.00             |                       |                | Materia Orgánica                                               |
|           |              |               |             |                    |                       |                | Varia                                                          |
|           |              |               |             |                    |                       |                | CU: 0.000 CC: 0.000                                            |
|           |              |               |             |                    |                       |                | CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS                                |
|           |              |               |             |                    |                       |                | Grava > 2": 0.00                                               |
|           |              |               |             |                    |                       |                | Grava 2" - Nº 4: 0.00                                          |
|           |              |               |             |                    |                       |                | Arilla Nº 4 - Nº 200: 4.51                                     |
|           |              |               |             |                    |                       |                | Fines < Nº 200: 95.49                                          |
|           |              |               |             |                    |                       |                | Nº 4: 0.0%                                                     |

### CURVA GRANULOMÉTRICA



#### OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado de Análisis N° 17-04-2021 con fecha 21/2/2021  
Certificado de Análisis N° 17-04-2021 con fecha 21/2/2021

BACH. J. KARYLOME VIRET CLARA  
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y MATERIALES  
COP: 0000000

ING. ANTO CARL GONZALEZ LALLA  
COP: 0000000



**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



### LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

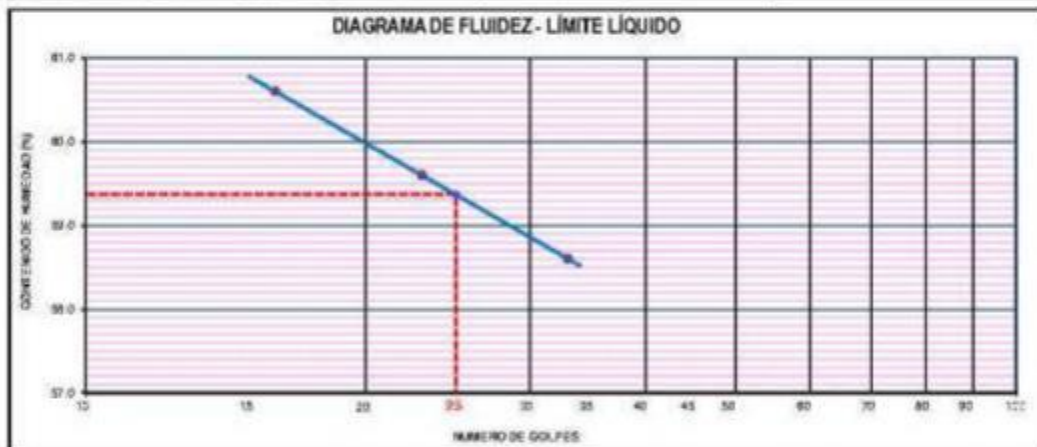
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

|        |                                                                                                                                |                                     |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| TESTES | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | Registro N° : UC_MCYC-02/22-007-08C |
|        |                                                                                                                                | Fecha : 24 de Febrero del 2023      |

| DATOS GENERALES |                                                                                             |               |                                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+800 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                     |
| PROCEDENCIA     | PR.DG. 17+000                                                                               | SOLICITANTE   | Bach. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | C - 04                                                                                      |               |                                     |
| MUESTRA         | M - 01                                                                                      | TAMANO MÁXIMO | N° 16                               |
| PROFUND.        | 0,80 - 0,15 m.                                                                              | MARGEN DE VÍA | DERECHO                             |
|                 |                                                                                             | COORDENADAS   |                                     |
|                 |                                                                                             | ESTE          | 474967,85 m. E                      |
|                 |                                                                                             | NORTE         | 8152641,91 m. S                     |
|                 |                                                                                             | COTA          | 3346 m.s.n.m.                       |

| LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1) |     |         |         |         |  |
|--------------------------------------|-----|---------|---------|---------|--|
| Nº. DE TARA                          | n°  | LC - 31 | LC - 32 | LC - 33 |  |
| MASA DE LA TARA                      | [g] | 47.18   | 46.82   | 48.69   |  |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO             | [g] | 67.59   | 65.53   | 67.95   |  |
| MASA TARA + SUELO SECO               | [g] | 59.89   | 58.54   | 60.83   |  |
| MASA DE AGUA                         | [g] | 7.7     | 6.99    | 7.12    |  |
| MASA DEL SUELO SECO                  | [g] | 12.71   | 11.72   | 12.14   |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD                 | (%) | 60.6    | 59.6    | 58.6    |  |
| NUMERO DE GOLPES                     | n°  | 16      | 23      | 33      |  |

| LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1) |     |         |         |  |  |
|---------------------------------------|-----|---------|---------|--|--|
| Nº. DE TARA                           |     | LC - 34 | LC - 35 |  |  |
| MASA DE LA TARA                       | [g] | 46.48   | 46.24   |  |  |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO              | [g] | 50.81   | 49.70   |  |  |
| MASA TARA + SUELO SECO                | [g] | 49.47   | 48.63   |  |  |
| MASA DE AGUA                          | [g] | 1.34    | 1.07    |  |  |
| MASA DEL SUELO SECO                   | [g] | 3.01    | 2.29    |  |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD                  | (%) | 44.5    | 44.8    |  |  |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA |       |
|----------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO                   | 59.00 |
| LÍMITE PLÁSTICO                  | 45.00 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD            | 14.00 |

BACH. J. BARTOLOME ERREZ CLAMA  
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y ARGUMENTOS  
COP: 2023/02/24

| OBSERVACIONES                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------|
| LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. |

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ANTO CARL GONZALEZ LLALLA  
COP: 2023/02/24





**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



### CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

|       |                                                                                                                                |             |                           |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------|
| TESIS | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | Registro N° | I.V.E. MOYO 01/22-857-090 |
|       |                                                                                                                                | Fecha       | 14 de Febrero del 2022    |

| DATOS GENERALES |                                                                                             |               |                             |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                             |
| PROCEDENCIA     | PROG. 17+000                                                                                | SOLICITANTE   | Bach. L.C. Mary Carmen YANA |
| CALICATA        | C - 04                                                                                      |               | CONDORI                     |
| MUESTRA         | M - 01                                                                                      | TAMANO MÁXIMO | Nº 16                       |
| PROFUND.        | 0.00 - 0.15 m.                                                                              | MARGEN DE VÍA | DERECHO                     |
|                 |                                                                                             | COORDENADAS   |                             |
|                 |                                                                                             | ESTE          | 474967.85 m. E              |
|                 |                                                                                             | NORTE         | 8152641.91 m. S             |
|                 |                                                                                             | COTA          | 3846 m.s.n.m.               |

| Nº DE ENSAYOS            |     | 1       | 2       | 3       |
|--------------------------|-----|---------|---------|---------|
| Nº Tara                  |     | CH - 19 | CH - 20 | CH - 21 |
| Masa Tara                | [g] | 74.36   | 73.53   | 61.57   |
| Masa Tara + Suelo Humedo | [g] | 320.19  | 375.51  | 343.75  |
| Masa Tara + Suelo Seco   | [g] | 305.95  | 260.17  | 331.15  |
| Masa Agua                | [g] | 13.14   | 15.34   | 12.60   |
| Masa Suelo Seco          | [g] | 292.58  | 285.64  | 249.48  |
| Contenido de Humedad     | [g] | 5.55    | 5.35    | 5.05    |
| PROMEDIO                 | (%) | 5.4     |         |         |

#### Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

BACH. L.C. BARTOLOME YABET CLAVIA  
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES  
CEN - OTORGADA

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. AYOUB ELIZABETH GARCIA  
CEN - OTORGADA



**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

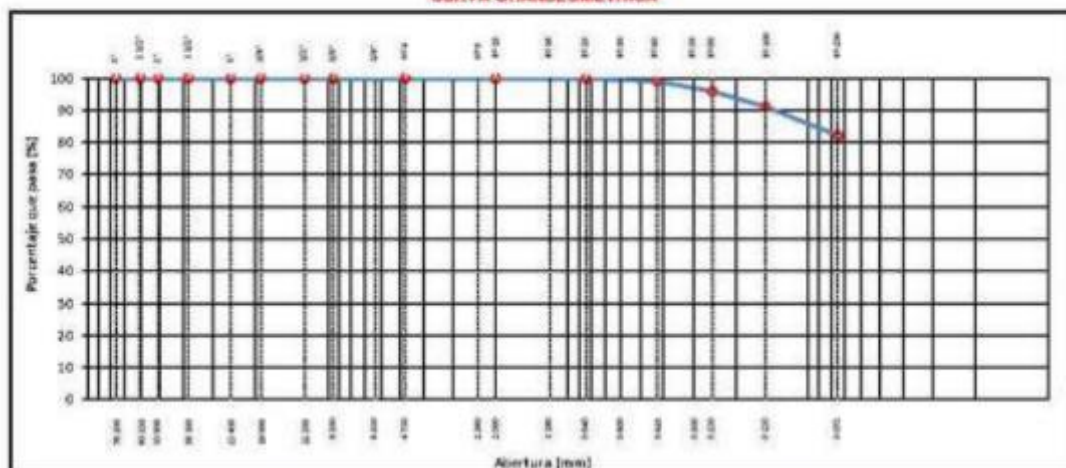
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

|        |                                                                                                                                 |             |                        |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESTES | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021. | Registro N° | UC_MCYD-02/22-009-05C  |
|        |                                                                                                                                 | Fecha       | 24 de Febrero del 2022 |

| DATOS GENERALES |                                                                                              |               |                                      |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEPT. PUNO |               |                                      |
| PROCEDENCIA     | PROG. 17+000                                                                                 | SOLICITANTE   | Bach. I.C. Mary Carmen YANCA CONDORI |
| CALICATA        | C - 04                                                                                       |               |                                      |
| MUESTRA         | M - 02                                                                                       | TAMANO MÁXIMO | Nº 8                                 |
| PROFUND.        | 0.15 - 1.50 m                                                                                | MARGEN DE VÍA | DERECHO                              |
|                 |                                                                                              | COORDENADAS   |                                      |
|                 |                                                                                              | ESTE          | 474967.85 m. E                       |
|                 |                                                                                              | NORTE         | 8152641.91 m. S                      |
|                 |                                                                                              | COTA          | 3846 m.s.n.m.                        |

| TAMIZ     | ÁMBITO (mm) | AREA RETENIDA | PERCENTAJE RETENIDO | RETENIDO ACUMULADO | PERCENTAJE QUE PASA | EMPLEADOS | SUELOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (USCS - DUNE - DUNE - DUNE) |
|-----------|-------------|---------------|---------------------|--------------------|---------------------|-----------|--------------------------------------------------------------|
| 10 in.    | 254.000     |               |                     |                    |                     |           | Massa Inicial seca: 271.04 gr                                |
| 8 in.     | 152.400     |               |                     |                    |                     |           | Massa Global: 271.04 gr                                      |
| 5 in.     | 127.000     |               |                     |                    |                     |           | CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO                            |
| 4 in.     | 101.600     |               |                     |                    |                     |           | Contenido de Humedad (w): 14.30                              |
| 3 in.     | 76.200      |               |                     |                    |                     |           | TAMANO MÁXIMO: Nº 8                                          |
| 2 1/2 in. | 63.500      |               |                     |                    |                     |           | Límite Líquido (LL): 45.00                                   |
| 2 in.     | 50.800      |               |                     |                    |                     |           | Límite Plástico (LP): 33.00                                  |
| 1 1/2 in. | 38.100      |               |                     |                    |                     |           | Índice Plástico (PI): 12.00                                  |
| 1 in.     | 25.400      |               |                     |                    |                     |           | Clasificación (SUCS): ML                                     |
| 3/4 in.   | 19.000      |               |                     |                    |                     |           | Clasificación (AASHTO): A-7-5 (12)                           |
| 1/2 in.   | 12.500      |               |                     |                    |                     |           | Índice de Consistencia: 2.56                                 |
| 3/8 in.   | 9.500       |               |                     |                    |                     |           | DESCRIPCIÓN DEL SUELO                                        |
| 1/4 in.   | 6.350       |               |                     |                    |                     |           | Descripción (AASHTO): MALO                                   |
| Nº 4      | 4.750       |               |                     |                    |                     |           | Descripción (SUCS): Limo de baja plasticidad con arena       |
| Nº 8      | 2.360       |               |                     |                    |                     |           | Mostrilla Original: --                                       |
| Nº 10     | 2.000       | 0.06          | 0.02                | 0.02               | 99.98               |           | Tamaño: 0.000 CC: 0.000                                      |
| Nº 16     | 1.190       |               |                     |                    |                     |           | CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS                              |
| Nº 20     | 0.840       | 0.21          | 0.08                | 0.10               | 99.90               |           | Grava > 2": 0.00                                             |
| Nº 30     | 0.600       |               |                     |                    |                     |           | Grava 2" - Nº 4: 0.00                                        |
| Nº 40     | 0.425       | 2.41          | 0.89                | 0.99               | 99.01               |           | Arena Nº 4 - Nº 200: 17.83                                   |
| Nº 50     | 0.300       |               |                     |                    |                     |           | Fines < Nº 200: 82.17                                        |
| Nº 60     | 0.250       | 8.33          | 3.07                | 4.06               | 95.94               |           | Nº 5: 0.0%                                                   |
| Nº 100    | 0.150       | 13.16         | 4.88                | 8.92               | 91.08               |           |                                                              |
| Nº 200    | 0.075       | 24.16         | 8.91                | 17.83              | 82.17               |           |                                                              |
| < Nº 200  | FONDO       | 222.71        | 82.17               | 100.00             |                     |           |                                                              |

### CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS REVISITAS Y DATOS QUE SEAN REQUERIDOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado de validación N° 17-AS-0021 con fecha 21/02/2021

Certificado de validación N° 17-AS-0021 con fecha 20/02/2021

BACH. E. BARTOLOME SARTI CLARA  
TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYOS Y MEDICIONES  
DNE - CHUCUITO

ING. ANDRÉS GÓMEZ OLIVERA  
DNE - CHUCUITO



**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



### LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

|       |                                                                                                                                |             |                        |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESIS | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | Registro N° | UC_MCYD-02/22-009-08C  |
|       |                                                                                                                                | Fecha       | 24 de Febrero del 2023 |

| DATOS GENERALES |                                                                                             |               |                                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                     |
| PROCEDENCIA     | PROG. 17+000                                                                                | SOLICITANTE   | Bach. J.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | 1 C - 04                                                                                    |               |                                     |
| MUESTRA         | 1 M - 02                                                                                    | TAMANO MÁXIMO | N° 8                                |
| PROFUND.        | 1 0,15 - 1,50 m.                                                                            | MARGEN DE VÍA | DERECHO                             |
|                 |                                                                                             | COORDENADAS   |                                     |
|                 |                                                                                             | ESTE          | 474967,05 m. E                      |
|                 |                                                                                             | NORTE         | 2152841,91 m. N                     |
|                 |                                                                                             | COTA          | 3346 m.s.n.m.                       |

| LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1) |     |         |         |         |  |
|--------------------------------------|-----|---------|---------|---------|--|
| Nº. DE TARA                          | g   | LC - 38 | LC - 37 | LC - 28 |  |
| MASA DE LA TARA                      | [g] | 46.2    | 46.54   | 46.81   |  |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO             | [g] | 64.52   | 64.20   | 63.82   |  |
| MASA TARA + SUELO SECO               | [g] | 58.78   | 58.74   | 58.63   |  |
| MASA DE AGUA                         | [g] | 5.74    | 5.46    | 5.2     |  |
| MASA DEL SUELO SECO                  | [g] | 12.58   | 12.2    | 11.82   |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD                 | (%) | 45.6    | 44.8    | 44.0    |  |
| NÚMERO DE GOLPES                     | N°  | 17      | 24      | 33      |  |

| LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1) |     |         |         |  |  |
|---------------------------------------|-----|---------|---------|--|--|
| Nº. DE TARA                           |     | LC - 39 | LC - 40 |  |  |
| MASA DE LA TARA                       | [g] | 46.61   | 46.58   |  |  |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO              | [g] | 51.29   | 52.58   |  |  |
| MASA TARA + SUELO SECO                | [g] | 50.62   | 51.59   |  |  |
| MASA DE AGUA                          | [g] | 0.67    | 0.99    |  |  |
| MASA DEL SUELO SECO                   | [g] | 2.01    | 2.01    |  |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD                  | (%) | 33.3    | 32.9    |  |  |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA |       |
|----------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO                   | 45.00 |
| LÍMITE PLÁSTICO                  | 33.00 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD            | 12.00 |

| OBSERVACIONES                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------|
| LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. |

*[Firma]*  
BACH. J. CARLOS YANA CONDORI  
TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYOS Y MONITOREO  
CNP - 0106024

*[Firma]*  
ING. ANDRÉS GÓMEZ CALLA  
ING. EN GEOTECNIA Y OBRAS DE OBRAS DE OBRAS  
CNP - 000010





**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



### CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

|        |                                                                                                                                |             |                        |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESTES | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | Registro N° | UC_MQIC02/22-888-G&C   |
|        |                                                                                                                                | Fecha       | 24 de Febrero del 2022 |

| DATOS GENERALES |                                                                                              |               |                                     |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Kms. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                     |
| PROCEDENCIA     | PROG. 17+000                                                                                 | SOLICITANTE   | Bach. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | C - 04                                                                                       |               |                                     |
| MUESTRA         | M - 02                                                                                       | TAMANO MÁXIMO | Nº 8                                |
| PROFUND.        | 0.15 - 1.50 m.                                                                               | MARGEN DE VÍA | DERECHO                             |
|                 |                                                                                              | COORDENADAS   |                                     |
|                 |                                                                                              | ESTE          | 474967.85 m. E                      |
|                 |                                                                                              | NORTE         | 8152641.91 m. S                     |
|                 |                                                                                              | COTA          | 3946 m.s.n.m.                       |

| Nº DE ENSAYOS            |     | 1       | 2       | 3       |
|--------------------------|-----|---------|---------|---------|
| Nº Tara                  |     | CH - 22 | CH - 23 | CH - 24 |
| Masa Tara                | [g] | 82.24   | 78.02   | 71.44   |
| Masa Tara + Suelo Humedo | [g] | 361.56  | 418.29  | 473.24  |
| Masa Tara + Suelo Seco   | [g] | 326.91  | 375.04  | 429.71  |
| Masa Agua                | [g] | 34.65   | 43.25   | 43.53   |
| Masa Suelo Seco          | [g] | 244.67  | 297.02  | 362.27  |
| Contenido de Humedad     | [g] | 14.16   | 14.56   | 14.06   |
| PROMEDIO                 | (%) | 14.3    |         |         |

#### Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

BACH. L.C. BARTOLOME EXISTE CCAMA  
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y MATERIALES  
DIRE - 000000000

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ANDRÉS LUIS GONZÁLEZ SUELA  
DIRE - 000000000





**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lb/ft<sup>3</sup> (2 700 kN-m/m<sup>3</sup>)) (ASTM D 1557-12e1)

|              |                                                                                                                                |                                            |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <b>TESIS</b> | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | <b>Registro N°</b> : UC_MCYC-02/22-008-G&C |
|              |                                                                                                                                | <b>Fecha</b> : 24 de Febrero del 2022      |

| DATOS GENERALES    |                                                                                               |                        |                                     |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| <b>UBICACIÓN</b>   | : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |                        |                                     |
| <b>PROCEDENCIA</b> | : PROG. 17+000                                                                                | <b>SOLICITANTE</b> :   | Bach. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| <b>CALICATA</b>    | : C - 04                                                                                      |                        |                                     |
| <b>MUESTRA</b>     | : M - 02                                                                                      | <b>TAMANO MÁXIMO</b> : | Nº 8                                |
| <b>PROFUND.</b>    | : 0.15 - 1.50 m.                                                                              | <b>MARGEN DE VÍA</b> : | DERECHO                             |
|                    |                                                                                               | <b>COORDENADAS</b>     |                                     |
|                    |                                                                                               | <b>ESTE</b>            | : 474967.85 m. E                    |
|                    |                                                                                               | <b>NORTE</b>           | : 8152641.91 m. S                   |
|                    |                                                                                               | <b>COTA</b>            | : 3846 m.s.n.m.                     |

| DATOS DE LA MUESTRA           |                                         | DATOS DEL ENSAYO         |            |
|-------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------|------------|
| <b>CLASIFICACIÓN (SUCS)</b>   | : ML                                    | <b>% Ret. Tamiz 3/4"</b> |            |
| <b>CLASIFICACIÓN (AASHTO)</b> | : A-7-5 (12)                            | <b>% Ret. Tamiz 3/8"</b> |            |
| <b>DESCRIPCIÓN (SUCS)</b>     | : Líquido de baja plasticidad con arena | <b>% Ret. Tamiz Nº4</b>  |            |
|                               |                                         | <b>METODO DE ENSAYO</b>  | Método "A" |
|                               |                                         | <b>Nº DE CAPAS</b>       | 05         |
|                               |                                         | <b>GOLPES POR CAPA</b>   | 25         |

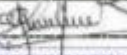
| EQUIPO EMPLEADO       |          |                          |                     |
|-----------------------|----------|--------------------------|---------------------|
| <b>MOLDE No</b>       | X - 06   | <b>VOLUMEN DEL MOLDE</b> | 938 cm <sup>3</sup> |
| <b>MASA DEL MOLDE</b> | 3.681 g. | <b>TIPO DE MARTILLO</b>  | Manual              |

| REGISTROS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO |                      |       |       |       |       |
|---------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Masa Suelo Humedo + Molde       | (g)                  | 5362  | 5465  | 5428  | 5392  |
| Masa del Molde                  | (g)                  | 3681  | 3681  | 3681  | 3681  |
| Masa del Suelo Humedo           | (g)                  | 1701  | 1784  | 1747  | 1711  |
| Densidad del Suelo Humedo       | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.813 | 1.902 | 1.862 | 1.824 |

| Capsula No                    | No                   | TP-13  | TP-14  | TP-15  | TP-16  |
|-------------------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|
| Masa de la Capsula            | (g)                  | 89.12  | 89.58  | 91.92  | 86.50  |
| Suelo Humedo + Capsula        | (g)                  | 443.59 | 489.00 | 435.37 | 470.77 |
| Masa del Suelo Seco + Capsula | (g)                  | 388.01 | 419.11 | 368.60 | 387.95 |
| Masa del Agua                 | (g)                  | 55.58  | 69.89  | 66.77  | 82.81  |
| Masa del Suelo Seco           | (g)                  | 298.99 | 329.53 | 276.68 | 301.46 |
| Humedad (%)                   | %                    | 18.60% | 21.21% | 24.13% | 27.47% |
| Promedio de Humedad (%)       | %                    | 18.60% | 21.21% | 24.13% | 27.47% |
| Densidad del Suelo Seco       | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.529  | 1.569  | 1.500  | 1.431  |
| Peso Unitario Seco            | (kN/m <sup>3</sup> ) | 15.00  | 15.39  | 14.71  | 14.03  |

|                            |                    |                           |             |                          |
|----------------------------|--------------------|---------------------------|-------------|--------------------------|
| <b>PROCTOR MODIFICADO</b>  | : ASTM D-1557-12e1 | <b>PESO UNITARIO SECO</b> | 1.570 gr/cc | 15.400 kN/m <sup>3</sup> |
| <b>MET. DE PREPARACIÓN</b> | : Húmedo           | <b>HUMEDAD OPTIMA</b>     | 21.00 %     | 21.00 %                  |



**OBSERVACIONES** : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. 

Dr. Carlos de la Cruz N° 17-045-2021 con fecha 20/12/2021

BACH. C. BARTOLOME ARIST CLARAN  
TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES  
2000 - 20000000

Dr. Carlos de la Cruz N° 17-045-2021 con fecha 20/12/2021  
Dr. Carlos de la Cruz N° 17-045-2021 con fecha 20/12/2021



"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"



B&amp;C BEDTECHNIK MATERIAL TEST LABS

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E ENSAYO DE MATERIALES



### ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

## STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1583 - 16)

[illegible]**OBSERVACIONES**

ASISTENTES Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

NACH J. BARTOLONE FAYT CLASSE  
POLICE SUPPLEMENTAIRE DU GABINET D'INVESTIGATION  
DE LA GENDARMERIE

*[Signature]*

WU RICKLIN, COMMITTEE





**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNICK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES

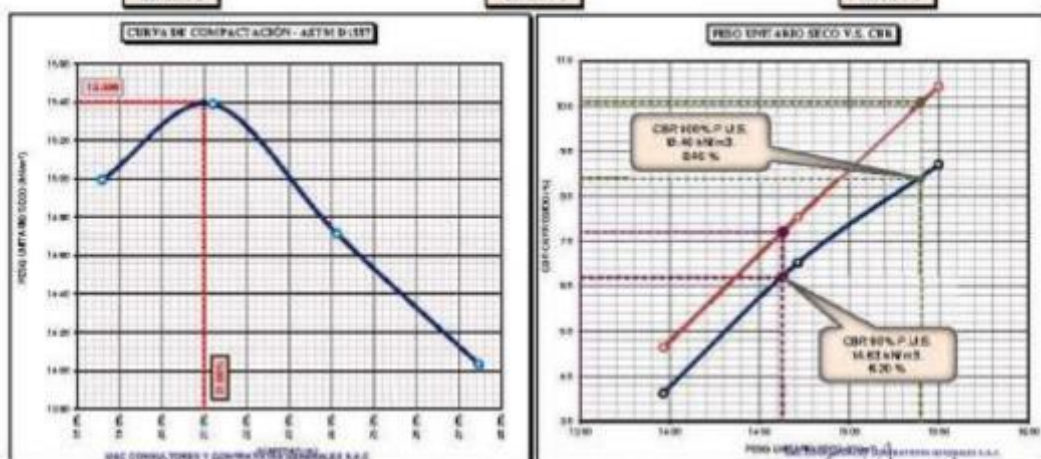
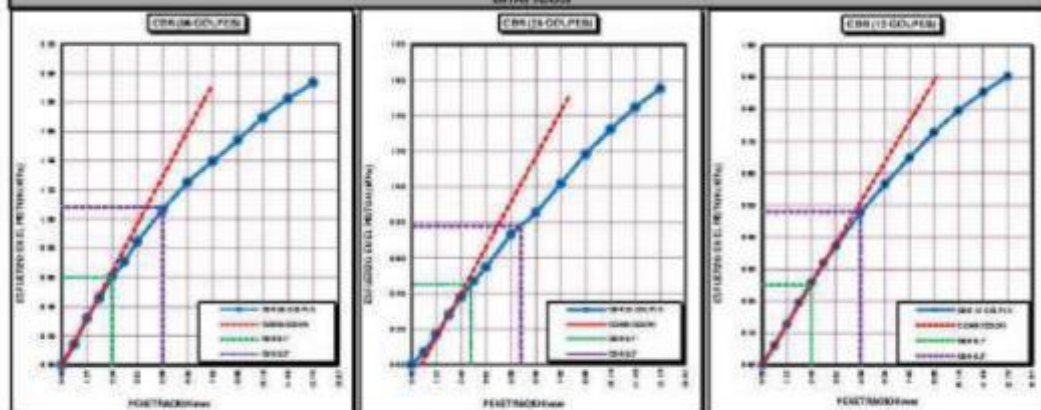


## ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D1883 - 16)

|                                                                                                                                                |                                                                                             |                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>TESTES</b><br>EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLYO, PUNO 2021. |                                                                                             | Registro N° : UC_MCYC-03/22-008-G&C<br>Fecha : 04 de Febrero del 2022 |
| <b>DATOS GENERALES</b>                                                                                                                         |                                                                                             |                                                                       |
| <b>UBICACIÓN</b>                                                                                                                               | CARRETERA D.V. DESAGUADERO - KELLYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |                                                                       |
| <b>PROCEDENCIA</b>                                                                                                                             | PROG. 17+000                                                                                | <b>SOLICITANTE</b> : Bach. I.C. Mary Camas YANA CONDORE               |
| <b>CALICATA</b>                                                                                                                                | C - 04                                                                                      | <b>COORDENADAS</b>                                                    |
| <b>MUESTRA</b>                                                                                                                                 | M - 02                                                                                      | <b>ESTE</b> : 474967.95 m. E                                          |
| <b>PROFUND.</b>                                                                                                                                | 0.15 - 1.50 m.                                                                              | <b>NORTE</b> : 8152641.91 m. S                                        |
|                                                                                                                                                | <b>TAMANO MÁXIMO</b> : Nº 8                                                                 | <b>COTA</b> : 3646 msnm.                                              |
|                                                                                                                                                | <b>MARGEN DE VÍA</b> : DERECHO                                                              |                                                                       |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                     |                                                                                             | <b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>                                           |
| <b>CLASIFICACIÓN (SUCS)</b>                                                                                                                    | ML                                                                                          | <b>NORMA</b> : ASTM D-1557-12a1                                       |
| <b>CLASIFICACIÓN (AASHTO)</b>                                                                                                                  | A-7-9 (11)                                                                                  | <b>METODO DE ENSAYO</b> : Método "A"                                  |
| <b>DESCRIPCIÓN (SUCS)</b>                                                                                                                      | mo de baja plasticidad con arcilla                                                          | <b>PESO UNITARIO SECO</b> : 15.40 kN/m <sup>3</sup>                   |
|                                                                                                                                                |                                                                                             | <b>PESO UNITARIO SECO AL 95%</b> : 14.63 kN/m <sup>3</sup>            |
|                                                                                                                                                |                                                                                             | <b>TIEMPO DE INMERSIÓN</b> : 4 Días (96 Horas)                        |
|                                                                                                                                                |                                                                                             | <b>HUMEDAD ÓPTIMA</b> : 25.00 %                                       |
| <b>CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"</b>                                                                                                               | 100 %                                                                                       | <b>CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"</b> : 10.10 %                            |
| <b>CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"</b>                                                                                                                | 100 %                                                                                       | <b>CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"</b> : 7.20 %                              |

### GRÁFICOS



### OBSERVACIONES

Las mediciones y datos fueron proporcionados por el responsable del estudio de calificación N° LP-122-2021 con fecha 21/12/2021

BACH. I.C. BARTOLOME RAMIRO CARRAS  
TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y MATERIALES  
G&C - CHUCUITO

ANIL ALBA LUNA GONZALEZ CARRAS  
ING. DE INGENIERÍA CIVIL Y PROFESOR DE INVESTIGACIÓN  
G&C - CHUCUITO



**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

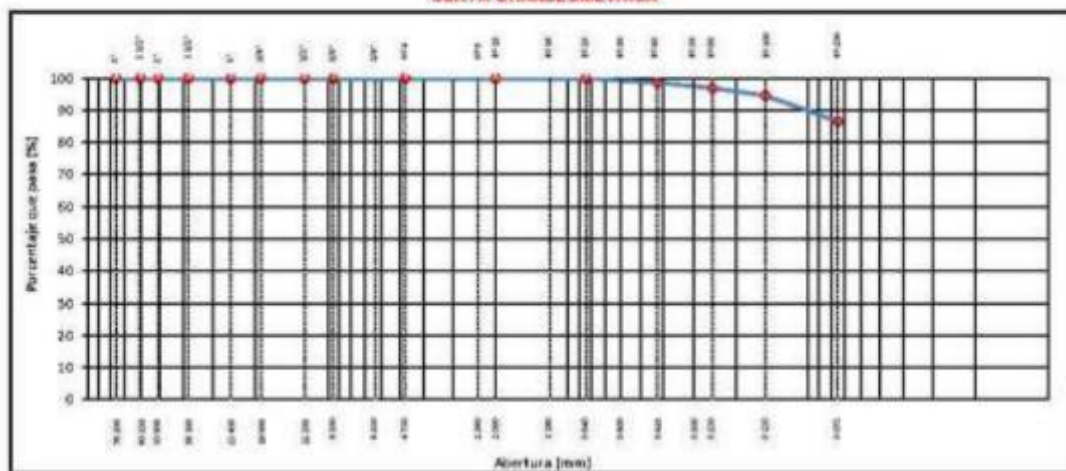
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

|        |                                                                                                                                |             |                        |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESTES | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLYO, PUNO 2021. | Registro N° | UC_MCYD-02/22-009-05C  |
|        |                                                                                                                                | Fecha       | 24 de Febrero del 2022 |

| DATOS GENERALES |                                                                                            |               |                              |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                              |
| PROCEDENCIA     | PROG. 17+250                                                                               | SOLICITANTE   | Bach. I.C. Mary Carmen YANZA |
| CALICATA        | C - 05                                                                                     |               | CONDORI                      |
| MUESTRA         | M - 01                                                                                     | TAMANO MÁXIMO | Nº 8                         |
| PROFUND.        | 0.00 - 0.20 m.                                                                             | MARGEN DE VÍA | IZQUIERDO                    |
|                 |                                                                                            | COORDENADAS   |                              |
|                 |                                                                                            | ESTE          | 474745.92 m. E               |
|                 |                                                                                            | NORTE         | 6152519.34 m. S              |
|                 |                                                                                            | COTA          | 3848 m.s.n.m.                |

| TAMIZ     | ÁMBITO (mm) | MAZA RETENIDA | PORCENTAJE RETENIDO | RETENIDO ACUMULADO | PORCENTAJE QUE PASA | EMPESADIZA | SUELOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (USCS - DUNE - DUNE - DUNE) |
|-----------|-------------|---------------|---------------------|--------------------|---------------------|------------|--------------------------------------------------------------|
| 10 in.    | 254.000     |               |                     |                    |                     |            | Massa Inicial seca: 353.75 gr                                |
| 8 in.     | 152.400     |               |                     |                    |                     |            | Massa Global: 303.75 gr                                      |
| 5 in.     | 127.000     |               |                     |                    |                     |            | CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO                            |
| 4 in.     | 101.600     |               |                     |                    |                     |            | Contenido de Humedad (w) %                                   |
| 3 in.     | 76.200      |               |                     |                    |                     |            | 3.30                                                         |
| 2 1/2 in. | 63.500      |               |                     |                    |                     |            | TAMANO MÁXIMO                                                |
| 2 in.     | 50.800      |               |                     |                    |                     |            | Nº 8                                                         |
| 1 1/2 in. | 38.100      |               |                     |                    |                     |            | Límite Líquido (LL) %                                        |
| 1 in.     | 25.400      |               |                     |                    |                     |            | 47.00                                                        |
| 3/4 in.   | 19.000      |               |                     |                    |                     |            | Límite Plástico (LP) %                                       |
| 1/2 in.   | 12.500      |               |                     |                    |                     |            | 34.00                                                        |
| 3/8 in.   | 9.500       |               |                     |                    |                     |            | Índice Plástico (PI) %                                       |
| 1/4 in.   | 6.350       |               |                     |                    |                     |            | 13.00                                                        |
| Nº 4      | 4.750       |               |                     |                    |                     |            | Clasificación (SUCS) %                                       |
| Nº 8      | 2.360       |               |                     |                    |                     |            | ML                                                           |
| Nº 10     | 2.000       | 0.14          | 0.05                | 0.05               | 100.00              |            | Clasificación (AASHTO) %                                     |
| Nº 16     | 1.190       |               |                     |                    |                     |            | A-7.5 (14)                                                   |
| Nº 20     | 0.840       | 0.33          | 0.11                | 0.15               | 99.85               |            | Índice de Consistencia %                                     |
| Nº 30     | 0.600       |               |                     |                    |                     |            | 3.36                                                         |
| Nº 40     | 0.425       | 3.75          | 1.23                | 1.39               | 98.61               |            | DESCRIPCIÓN DEL SUELO                                        |
| Nº 50     | 0.300       |               |                     |                    |                     |            | Descripción (AASHTO) %                                       |
| Nº 60     | 0.250       | 5.15          | 1.70                | 3.08               | 96.92               |            | MALO                                                         |
| Nº 75     | 0.200       | 7.32          | 2.41                | 5.49               | 94.51               |            | Descripción (SUCS) %                                         |
| Nº 100    | 0.150       | 24.15         | 7.95                | 13.45              | 86.55               |            | Limo de baja plasticidad                                     |
| Nº 200    | 0.075       | 262.91        | 86.95               | 100.00             |                     |            | Mostru Original %                                            |
| < Nº 200  | FONDO       |               |                     |                    |                     |            | Tanto %                                                      |
|           |             |               |                     |                    |                     |            | CU % 0.000 CC % 0.000                                        |
|           |             |               |                     |                    |                     |            | CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS                              |
|           |             |               |                     |                    |                     |            | Grava > 2" %                                                 |
|           |             |               |                     |                    |                     |            | 0.00                                                         |
|           |             |               |                     |                    |                     |            | Grava 2" - Nº 4 %                                            |
|           |             |               |                     |                    |                     |            | 0.00                                                         |
|           |             |               |                     |                    |                     |            | Aréola Nº 4 - Nº 200 %                                       |
|           |             |               |                     |                    |                     |            | 13.45                                                        |
|           |             |               |                     |                    |                     |            | Fines < Nº 200 %                                             |
|           |             |               |                     |                    |                     |            | 86.55                                                        |
|           |             |               |                     |                    |                     |            | Nu-5 %                                                       |
|           |             |               |                     |                    |                     |            | 0.0%                                                         |

### CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS REVISITAS Y DATOS QUE SEAN REFORZADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado de validación Nº UC-145-2021 con fecha 21/02/2021

Certificado de validación Nº UC-146-2021 con fecha 20/02/2021

BACH. E. BARTOLOME SAGET CLARA  
TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYOS Y MATERIALES  
DNE - CHUCUITO

ING. ANDRÉS GÓMEZ UGAR  
DNE - CHUCUITO





**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



### LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

|       |                                                                                                                               |             |                        |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESIS | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELUYO, PUNO 2021 | Registro N° | UC_MCYC-02/22-009-08C  |
|       |                                                                                                                               | Fecha       | 24 de Febrero del 2023 |

| DATOS GENERALES |                                                                                            |               |                                     |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                     |
| PROCEDENCIA     | PRDG. 17+250                                                                               | SOLICITANTE   | Bach. J.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | 1 C - 05                                                                                   |               |                                     |
| MUESTRA         | 1 M - 01                                                                                   | TAMANO MÁXIMO | N° 8                                |
| PROFUND.        | 1 0.00 - 0.20 m.                                                                           | MARGEN DE VÍA | IZQUIERDO                           |
|                 |                                                                                            | COORDENADAS   |                                     |
|                 |                                                                                            | ESTE          | 474745.92 m. E                      |
|                 |                                                                                            | NORTE         | 8152519.34 m. S                     |
|                 |                                                                                            | COTA          | 3368 m.s.n.m.                       |

| LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318-17 e1) |     |         |         |         |  |
|------------------------------------|-----|---------|---------|---------|--|
| Nro. DE TARA                       | #   | LC - 41 | LC - 42 | LC - 43 |  |
| MASA DE LA TARA                    | [g] | 46.71   | 47.02   | 46.64   |  |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO           | [g] | 65.93   | 61.91   | 63.22   |  |
| MASA TARA + SUELO SECO             | [g] | 59.70   | 57.14   | 57.99   |  |
| MASA DE AGUA                       | [g] | 6.23    | 4.77    | 5.24    |  |
| MASA DEL SUELO SECO                | [g] | 12.99   | 10.12   | 11.35   |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD               | (%) | 48.0    | 47.1    | 46.2    |  |
| NÚMERO DE GOLPES                   | N°  | 14      | 24      | 37      |  |

| LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318-17 e1) |     |         |         |  |  |
|-------------------------------------|-----|---------|---------|--|--|
| Nro. DE TARA                        |     | LC - 44 | LC - 45 |  |  |
| MASA DE LA TARA                     | [g] | 47.04   | 48.58   |  |  |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO            | [g] | 50.50   | 51.60   |  |  |
| MASA TARA + SUELO SECO              | [g] | 49.63   | 50.84   |  |  |
| MASA DE AGUA                        | [g] | 0.87    | 0.76    |  |  |
| MASA DEL SUELO SECO                 | [g] | 2.59    | 2.26    |  |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD                | (%) | 33.6    | 33.6    |  |  |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA |       |
|----------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO                   | 47.00 |
| LÍMITE PLÁSTICO                  | 34.00 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD            | 13.00 |

| OBSERVACIONES                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------|
| LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. |

*[Firma]*  
BACH. J. C. BARTOLOME SARTI CLARAS  
TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES  
DNE - 01000428

*[Firma]*  
ING. ANDRÉS GÓMEZ ENRIQUE  
INGENIERO EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES  
DNE - 000010



**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

|        |                                                                                                                                |             |                        |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESTES | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | Registro N° | UC_MOP-02/22-889-G&C   |
|        |                                                                                                                                | Fecha       | 24 de Febrero del 2022 |

| DATOS GENERALES |                                                                                              |               |                                     |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Kms. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                     |
| PROCEDENCIA     | PROG. 17+250                                                                                 | SOLICITANTE   | Bach. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | C - 05                                                                                       |               |                                     |
| MUESTRA         | M - 01                                                                                       | TAMANO MÁXIMO | Nº 8                                |
| PROFUND.        | 0.00 - 0.20 m.                                                                               | MARGEN DE VÍA | IZQUIERDO                           |
|                 |                                                                                              | COORDENADAS   |                                     |
|                 |                                                                                              | ESTE          | 474745.92 m. E                      |
|                 |                                                                                              | NORTE         | 8152519.34 m. S                     |
|                 |                                                                                              | COTA          | 3949 m.s.n.m.                       |

| Nº DE ENSAYOS            |     | 1       | 2       | 3       |
|--------------------------|-----|---------|---------|---------|
| Nº Tara                  |     | CH - 25 | CH - 26 | CH - 27 |
| Masa Tara                | [g] | 75.50   | 69.26   | 79.46   |
| Masa Tara + Suelo Humedo | [g] | 377.13  | 404.10  | 322.11  |
| Masa Tara + Suelo Seco   | [g] | 367.36  | 395.15  | 313.58  |
| Masa Agua                | [g] | 9.75    | 8.95    | 8.53    |
| Masa Suelo Seco          | [g] | 291.88  | 314.87  | 234.12  |
| Contenido de Humedad     | [g] | 3.34    | 2.84    | 3.64    |
| PROMEDIO                 | (%) | 3.3     |         |         |

### Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

SOLICITANTE Y RESPONSABLE DEL ESTUDIO

  
BACH. L.C. MARY CARMEN YANA CONDORI  
TÉCNICA ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES

  
BACH. L.C. MARY CARMEN YANA CONDORI  
TÉCNICA ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES  
DIRECCIÓN GENERAL



**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

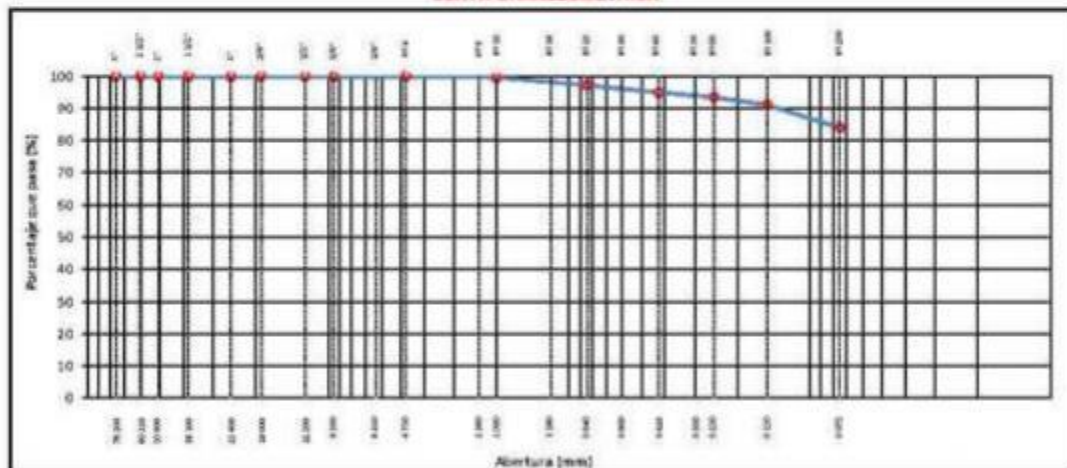
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

|        |                                                                                                                               |             |                        |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESTES | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLYO, PUÑO 2021 | Registro N° | UC_MCYC-02/22-010-GMC  |
|        |                                                                                                                               | Fecha       | 24 de Febrero del 2022 |

| DATOS GENERALES |                                                                                         |               |                                     |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE OROYA - DEP. PUÑO |               |                                     |
| PROCEDENCIA     | PROG. 17+250                                                                            | SOLICITANTE   | Bach. J.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | C - 05                                                                                  | TAMAÑO MÁXIMO | Nº 8                                |
| MUESTRA         | M - 02                                                                                  | MARGEN DE VÍA | IZQUIERDO                           |
| PROFUND.        | 0.20 - 1.80 m.                                                                          |               |                                     |
|                 |                                                                                         | COORDENADAS   |                                     |
|                 |                                                                                         | ESTE          | 474745.32 m. E                      |
|                 |                                                                                         | NORTE         | 8152519.34 m. S                     |
|                 |                                                                                         | COTA          | 3948 m.s.n.m.                       |

| TAMIZ     | ANÁLISIS (mm) | MASS RETENED | PERCENTAGE RETENED | PERCENTAGE ACCUMULATED | PERCENTAGE PASSED | ESPECIFICACION | ENSAYOS OUTLINEAR DE CLASIFICACIÓN (2014 - 2019 - 2020 - 2021) |
|-----------|---------------|--------------|--------------------|------------------------|-------------------|----------------|----------------------------------------------------------------|
| 10 in.    | 254.000       |              |                    |                        |                   |                | Massa inicial seca: 273.06 gr                                  |
| 8 in.     | 152.400       |              |                    |                        |                   |                | Massa Global: 273.06 gr                                        |
| 5 in.     | 127.000       |              |                    |                        |                   |                | CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO                              |
| 4 in.     | 101.600       |              |                    |                        |                   |                | Contenido de Humedad (%)                                       |
| 3 in.     | 76.200        |              |                    |                        |                   |                | 8.80                                                           |
| 2 1/2 in. | 63.500        |              |                    |                        |                   |                | TAMAÑO MÁXIMO                                                  |
| 2 in.     | 50.800        |              |                    |                        |                   |                | Nº 8                                                           |
| 1 1/2 in. | 38.100        |              |                    |                        |                   |                | Límite Líquido (LL)                                            |
| 1 in.     | 25.400        |              |                    |                        |                   |                | 45.00                                                          |
| 3/4 in.   | 19.000        |              |                    |                        |                   |                | Límite Plástico (LP)                                           |
| 1/2 in.   | 12.500        |              |                    |                        |                   |                | 35.00                                                          |
| 3/8 in.   | 9.500         |              |                    |                        |                   |                | Índice Plástico (PI)                                           |
| 1/4 in.   | 6.350         |              |                    |                        |                   |                | 11.00                                                          |
| Nº 4      | 4.750         |              |                    |                        |                   |                | Clasificación (SUCS)                                           |
| Nº 8      | 2.360         |              |                    |                        |                   |                | ML                                                             |
| Nº 10     | 2.000         | 1.20         | 0.44               | 0.44                   | 99.56             |                | Clasificación (AASHTO)                                         |
| Nº 16     | 1.190         |              |                    |                        |                   |                | A-7.5 (11)                                                     |
| Nº 20     | 0.840         | 6.54         | 2.43               | 2.83                   | 97.17             |                | Índice de Consistencia                                         |
| Nº 30     | 0.600         |              |                    |                        |                   |                | 3.62                                                           |
| Nº 40     | 0.425         | 5.99         | 2.19               | 5.03                   | 94.97             |                | DESCRIPCIÓN DEL SUELO                                          |
| Nº 50     | 0.300         |              |                    |                        |                   |                | Descripción (AASHTO)                                           |
| Nº 60     | 0.250         | 4.15         | 1.52               | 6.55                   | 93.45             |                | MALO                                                           |
| Nº 100    | 0.150         | 6.62         | 2.42               | 8.97                   | 91.03             |                | Descripción (SUCS)                                             |
| Nº 200    | 0.075         | 19.21        | 7.04               | 16.01                  | 83.99             |                | Limo de baja plasticidad con arena                             |
| < Nº 200  | FONDO         | 229.35       | 83.99              | 100.00                 |                   |                | Materia Orgánica                                               |
|           |               |              |                    |                        |                   |                | Varia                                                          |
|           |               |              |                    |                        |                   |                | CU: 0.000 CC: 0.000                                            |
|           |               |              |                    |                        |                   |                | CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS                                |
|           |               |              |                    |                        |                   |                | Grava > 2": 0.00                                               |
|           |               |              |                    |                        |                   |                | Grava 2" - Nº 4: 0.00                                          |
|           |               |              |                    |                        |                   |                | Arena Nº 4 - Nº 200: 16.01                                     |
|           |               |              |                    |                        |                   |                | Fines < Nº 200: 83.99                                          |
|           |               |              |                    |                        |                   |                | Nº 8: 0.0%                                                     |

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado de Análisis N° 17-06-2021 con fecha 21/2/2021  
Certificado de Análisis N° 17-06-2021 con fecha 21/2/2021

BACH. J. BARTOLOME VAREZ CLARA  
TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y MATERIALES  
COP: 00000000

ING. ANTO CARL GÓMEZ CALLA  
COP: 00000000





**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



### LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

|       |                                                                                                                                |             |                        |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESIS | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | Registro N° | IC_MCYC-02/22-010-08C  |
|       |                                                                                                                                | Fecha       | 24 de Febrero del 2023 |

| DATOS GENERALES |                                                                                             |               |                                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+800 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                     |
| PROCEDENCIA     | PR.DG. 17+250                                                                               | SOLICITANTE   | Bach. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | C - 05                                                                                      |               |                                     |
| MUESTRA         | M - 02                                                                                      | TAMANO MÁXIMO | N° 8                                |
| PROFUND.        | 0,20 - 1,80 m.                                                                              | MARGEN DE VÍA | IZQUIERDO                           |
|                 |                                                                                             | COORDENADAS   |                                     |
|                 |                                                                                             | ESTE          | 474745,92 m. E                      |
|                 |                                                                                             | NORTE         | 8152519,34 m. S                     |
|                 |                                                                                             | COTA          | 3349 m.s.n.m.                       |

| LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1) |     |         |         |         |  |
|--------------------------------------|-----|---------|---------|---------|--|
| Nº. DE TARA                          | n°  | LC - 46 | LC - 47 | LC - 48 |  |
| MASA DE LA TARA                      | [g] | 45.79   | 45.52   | 45.7    |  |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO             | [g] | 66.02   | 62.18   | 61.47   |  |
| MASA TARA + SUELO SECO               | [g] | 58.95   | 58.04   | 56.86   |  |
| MASA DE AGUA                         | [g] | 6.07    | 5.14    | 4.51    |  |
| MASA DEL SUELO SECO                  | [g] | 12.16   | 11.42   | 10.26   |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD                 | (%) | 46.1    | 45.0    | 44.0    |  |
| NÚMERO DE GOLPES                     | n°  | 14      | 24      | 37      |  |

| LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1) |     |         |         |  |  |
|---------------------------------------|-----|---------|---------|--|--|
| Nº. DE TARA                           |     | LC - 49 | LC - 50 |  |  |
| MASA DE LA TARA                       | [g] | 48.57   | 48.71   |  |  |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO              | [g] | 51.94   | 49.68   |  |  |
| MASA TARA + SUELO SECO                | [g] | 51.10   | 48.92   |  |  |
| MASA DE AGUA                          | [g] | 0.84    | 0.76    |  |  |
| MASA DEL SUELO SECO                   | [g] | 2.43    | 2.21    |  |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD                  | (%) | 34.6    | 34.8    |  |  |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA |       |
|----------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO                   | 45.00 |
| LÍMITE PLÁSTICO                  | 35.00 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD            | 10.00 |

| OBSERVACIONES                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------|
| LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. |

*[Firma]*  
BACH. J. BARTOLOME ERREZ CLAMA  
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES  
COP. 2005/02/23

*[Firma]*  
ING. ANDRÉS GARCÍA GÓMEZ CALLA  
ING. DE SUELOS Y FUNDACIONES  
COP. 2005/02/23





**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

|       |                                                                                                                                |             |                        |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESIS | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | Registro N° | U2_M0901/22-808-090    |
|       |                                                                                                                                | Fecha       | 24 de Febrero del 2022 |

| DATOS GENERALES |                                                                                             |               |                                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                     |
| PROCEDENCIA     | PROG. 17+250                                                                                | SOLICITANTE   | Bach. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | C - 05                                                                                      |               |                                     |
| MUESTRA         | M - 02                                                                                      | TAMANO MÁXIMO | Nº 8                                |
| PROFUND.        | 0.20 - 1.50 m.                                                                              | MARGEN DE VÍA | IZQUIERDO                           |
|                 |                                                                                             | COORDENADAS   |                                     |
|                 |                                                                                             | ESTE          | 474745.92 m. E                      |
|                 |                                                                                             | NORTE         | 8152519.34 m. S                     |
|                 |                                                                                             | COTA          | 3948 m.s.n.m.                       |

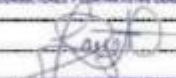
| Nº DE ENSAYOS            |     | 1       | 2       | 3       |
|--------------------------|-----|---------|---------|---------|
| Nº Tara                  |     | CH - 28 | CH - 29 | CH - 30 |
| Masa Tara                | [g] | 78.97   | 78.16   | 61.51   |
| Masa Tara + Suelo Humedo | [g] | 382.51  | 421.23  | 382.48  |
| Masa Tara + Suelo Seco   | [g] | 357.46  | 393.21  | 356.92  |
| Masa Agua                | [g] | 25.05   | 28.02   | 23.56   |
| Masa Suelo Seco          | [g] | 278.49  | 315.05  | 277.41  |
| Contenido de Humedad     | [g] | 8.99    | 8.89    | 8.49    |
| PROMEDIO                 | (%) | 8.8     |         |         |

### Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

  
SACHA C. BARTOLOMÉ NAVEY CCAMA  
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PRUEBAS  
090 - 51080404

  
ING. LUIS OMAR CONDORI YALLA  
ING. DE INGENIERIA CIVIL (MATERIA DE SUELOS Y MATERIAS)  
090 - 2004 30



**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lb/ft<sup>3</sup> (2 700 kN-m/m<sup>3</sup>)) (ASTM D 1557-12e1)

|       |                                                                                                                                |                                     |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| TESIS | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVIO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | Registro N° : UC_MOVC-02/22-010-G&C |
|       |                                                                                                                                | Fecha : 24 de Febrero del 2022      |

| DATOS GENERALES |                                                                                               |               |                                       |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|
| UBICACIÓN       | : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                       |
| PROCEDENCIA     | : PROG. 17+250                                                                                | SOLICITANTE   | : Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | : C - 05                                                                                      |               |                                       |
| MUESTRA         | : M - 02                                                                                      | TAMANO MÁXIMO | : Nº 8                                |
| PROFUND.        | : 0.20 - 1.60 m.                                                                              | MARGEN DE VÍA | : (IZQUIERDO)                         |
|                 |                                                                                               | COORDENADAS   |                                       |
|                 |                                                                                               | ESTE          | : 474745.92 m. E                      |
|                 |                                                                                               | NORTE         | : 8152519.34 m. S                     |
|                 |                                                                                               | COTA          | : 3846 m.s.n.m.                       |

| DATOS DE LA MUESTRA    |                                      | DATOS DEL ENSAYO  |                             |
|------------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS)   | : ML                                 | % Ret. Tamiz 3/4" | METODO DE ENSAYO Método "A" |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-7-5 (11)                         | % Ret. Tamiz 3/8" | No DE CAPAS 05              |
| DESCRIPCIÓN (SUCS)     | : Lino de baja plasticidad con arena | % Ret. Tamiz Nº4: | GOLPES POR CAPA 25          |

| EQUIPO EMPLEADO |          |                   |                     |
|-----------------|----------|-------------------|---------------------|
| MOLDE No        | X - 06   | VOLUMEN DEL MOLDE | 938 cm <sup>3</sup> |
| MASA DEL MOLDE  | 3,681 g. | TIPO DE MARTILLO  | Manual              |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO |                      |       |       |       |       |
|---------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Masa Suelo Humedo + Molde       | (g)                  | 5423  | 5514  | 5460  | 5420  |
| Masa del Molde                  | (g)                  | 3681  | 3681  | 3681  | 3681  |
| Masa del Suelo Humedo           | (g)                  | 1742  | 1833  | 1779  | 1739  |
| Densidad del Suelo Humedo       | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.857 | 1.954 | 1.897 | 1.854 |

| Capsula No                    | No                   | TP-17  | TP-18  | TP-19  | TP-20  |
|-------------------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|
| Masa de la Capsula            | (g)                  | 96.58  | 96.95  | 98.45  | 97.15  |
| Suelo Humedo + Capsula        | (g)                  | 374.98 | 399.21 | 423.36 | 405.33 |
| Masa del Suelo Seco + Capsula | (g)                  | 319.19 | 336.56 | 351.02 | 332.08 |
| Masa del Agua                 | (g)                  | 55.79  | 62.65  | 72.34  | 73.25  |
| Masa del Suelo Seco           | (g)                  | 332.61 | 345.61 | 262.57 | 244.93 |
| Humedad (%)                   | %                    | 23.98% | 25.51% | 27.55% | 29.91% |
| Promedio de Humedad (%)       | %                    | 23.98% | 25.51% | 27.55% | 29.91% |
| Densidad del Suelo Seco       | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.498  | 1.557  | 1.487  | 1.427  |
| Peso Unitario Seco            | (kN/m <sup>3</sup> ) | 14.69  | 15.27  | 14.58  | 14.00  |

|                     |                    |                    |             |                          |
|---------------------|--------------------|--------------------|-------------|--------------------------|
| PROCTOR MODIFICADO  | : ASTM D-1557-12e1 | PESO UNITARIO SECO | 1.557 gr/cc | 15.270 kN/m <sup>3</sup> |
| MET. DE PREPARACIÓN | : Húmedo           | HUMEDAD OPTIMA     | 25.50 %     | 25.50 %                  |



OBSERVACIONES : LA MUESTRA Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Elaborado y validado N° 17-045-2021 con fecha 23/12/2021

BARTOLOME FAVET OCAMPA  
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES  
ING. FUNDACION

MILY RIVERA CONDORI CALLA  
ING. DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNICO  
ING. GEOTECNICO





### G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



## ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

|      |                                                                                                                               |           |                        |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------|
| TEMA | EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUPO, PUNO 2021 | Folios N° | 16, 107, 108, 109, 110 |
|      |                                                                                                                               | Fecha     | 10 de Febrero del 2021 |

|                 |                                                                                             |               |                                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| DATOS GENERALES |                                                                                             |               |                                     |
| UBICACIÓN       | CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUPO, Km. 14+208 - 17+508, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                     |
| PROVENIENCIA    | PROG. 17+258                                                                                | SOLICITANTE   | Bach. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | C - 35                                                                                      |               |                                     |
| MUESTRA         | M - 32                                                                                      | TAMANO MÁXIMO | Nº 8                                |
| PROFUND.        | 0.30 - 1.40 m.                                                                              | NOMBRE DE VÍA | IZQUIERDA                           |
|                 |                                                                                             | COORDENADAS   |                                     |
|                 |                                                                                             | ESTE          | 474745.92 m. E                      |
|                 |                                                                                             | NORTE         | 1012213.34 m. N                     |
|                 |                                                                                             | COTA          | 1546 m.s.n.m.                       |

|                        |                                    |                      |                   |
|------------------------|------------------------------------|----------------------|-------------------|
| DATOS DE LA MUESTRA    |                                    | DATOS PARA EL ENSAYO |                   |
| CLASIFICACIÓN (SUCS)   | WL                                 | METODO DE ENSAYO     | Modulo "A"        |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | A-7-5 (11)                         | MOLO UNITARIO (mm)   | 11.27 (1/2")      |
| DESCRIPCIÓN (SUCS)     | Limo de baja plasticidad con arena | GRANULOS FINES       | 25.10 %           |
|                        |                                    | TIEMPO DE INMERSIÓN  | 4 Días (96 horas) |
|                        |                                    | TIPO DE MARTILLO     | Manual            |
|                        |                                    | MET. DE PREPARACIÓN  | Humedo            |

|                           |     |               |               |               |
|---------------------------|-----|---------------|---------------|---------------|
| MOLDE No.                 | 001 | A-5           | N-5           | Q-5           |
| NÚMERO DE CAPAS           | 5   | 5             | 5             | 5             |
| NÚMERO DE GOLPES POR CAPA | 50  | 25            | 12            | 12            |
| Nº SOBRECARGA CIRCULAR    | 1   | 1             | 1             | 1             |
| Nº SOBRECARGA ANGULAR     | 1   | 1             | 1             | 1             |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | CBR | SEN SUMERGIDO | SUMERGIDO     | SEN SUMERGIDO |
|                           |     | SUMERGIDO     | SEN SUMERGIDO | SUMERGIDO     |

|                               |       |         |         |         |         |         |         |
|-------------------------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| MUESTRA Y CÁLCULOS DEL ENSAYO |       |         |         |         |         |         |         |
| Masa Suelo Humedo + Molde     | (g)   | 1242.7  | 1251.7  | 1198.6  | 1211.0  | 1080.1  | 1096.7  |
| Masa del Molde                | (g)   | 802.8   | 802.8   | 797.2   | 797.2   | 696.7   | 696.7   |
| Masa del Suelo Humedo         | (g)   | 439.7   | 448.7   | 401.2   | 413.7   | 383.4   | 400.0   |
| Volumen del Suelo             | cm³   | 3183    | 3183    | 3127    | 3127    | 2141    | 2141    |
| Densidad del Suelo Humedo     | g/cm³ | 1.396   | 1.410   | 1.284   | 1.323   | 1.792   | 1.868   |
| Capacidad                     | No.   | PC - 25 | PC - 25 | PC - 27 | PC - 28 | PC - 30 | PC - 33 |
| Masa de la Capa               | (g)   | 83.44   | 85.12   | 81.83   | 82.14   | 81.91   | 83.94   |
| Suelo Humedo + Capa           | (g)   | 520.33  | 533.24  | 534.85  | 521.37  | 513.28  | 526.40  |
| Masa del Suelo Seco + Capa    | (g)   | 498.13  | 479.94  | 499.79  | 470.21  | 528.68  | 470.17  |
| Masa del Agua                 | (g)   | 122.79  | 154.45  | 136.07  | 99.16   | 113.68  | 156.23  |
| Masa del Suelo Seco           | (g)   | 415.75  | 395.79  | 418.95  | 340.07  | 414.69  | 344.18  |
| No de Humedad                 | %     | 29.53%  | 39.03%  | 32.46%  | 29.16%  | 27.42%  | 45.39%  |
| Porcentaje de Humedad         | %     | 29.53%  | 39.03%  | 32.46%  | 29.16%  | 27.42%  | 45.39%  |
| Densidad del Suelo Seco       | g/cm³ | 1.593   | 1.411   | 1.511   | 1.509   | 1.428   | 1.427   |
| Peso Unitario Seco            | kN/m³ | 15.595  | 13.822  | 14.829  | 14.802  | 14.106  | 13.999  |

|           |      |          |        |           |       |           |       |           |        |
|-----------|------|----------|--------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|--------|
| EXPANSIÓN |      |          |        |           |       |           |       |           |        |
| Fecha     | Hora | Tiempo   | Dist.  | Expansión | Dist. | Expansión | Dist. | Expansión | Dist.  |
|           |      | 0:00:00  | 269.00 | 0.00      | 0.00  | 496.00    | 0.00  | 0.00      | 0.00   |
|           |      | 24:00:00 | 400.00 | 0.35      | 0.04  | 592.00    | 0.15  | 0.12      | 293.00 |
|           |      | 48:00:00 | 415.00 | 0.30      | 0.24  | 596.00    | 0.20  | 0.20      | 718.00 |
|           |      | 72:00:00 | 411.00 | 0.33      | 0.26  | 611.00    | 0.26  | 0.30      | 718.00 |
|           |      | 96:00:00 | 412.00 | 0.36      | 0.28  | 617.00    | 0.33  | 0.40      | 720.00 |

|             |       |        |                  |            |            |                |                  |            |            |                |                  |            |            |
|-------------|-------|--------|------------------|------------|------------|----------------|------------------|------------|------------|----------------|------------------|------------|------------|
| PENETRACIÓN |       |        |                  |            |            |                |                  |            |            |                |                  |            |            |
| PENETRACIÓN |       |        | MOLDE No. A-5    |            |            |                | MOLDE No. N-5    |            |            |                | MOLDE No. Q-5    |            |            |
| Hora        | Seg.  | Tiempo | Temperatura (°C) | W (kg/cm²) | W (kg/cm²) | CBR (Car. 100) | Temperatura (°C) | W (kg/cm²) | W (kg/cm²) | CBR (Car. 100) | Temperatura (°C) | W (kg/cm²) | W (kg/cm²) |
| 0.00        | 0     | 00:00  |                  | 0.0        | 0.00       | 0.00           | 0.0              | 0.00       | 0.00       |                | 0.0              | 0.00       | 0.00       |
| 0.03        | 0.075 | 00:30  |                  | 18.9       | 0.08       | 0.10           | 0.2              | 0.14       | 0.02       |                | 0.5              | 0.18       | 0.02       |
| 1.27        | 0.050 | 01:00  |                  | 34.4       | 0.78       | 0.17           | 0.4              | 0.39       | 0.02       |                | 0.5              | 0.34       | 0.02       |
| 1.09        | 0.075 | 01:30  |                  | 30.0       | 2.68       | 0.24           | 0.5              | 0.49       | 0.02       |                | 10.8             | 0.52       | 0.02       |
| 2.54        | 0.100 | 02:00  | 79.31 / 0.9      | 75.6       | 2.91       | 0.28           | 18.34            | 14.7       | 0.88       | 0.08           | 5.89             | 13.5       | 0.70       |
| 3.17        | 0.125 | 02:30  |                  | 97.2       | 0.02       | 0.49           |                  | 20.2       | 1.28       | 0.13           |                  | 18.9       | 0.93       |
| 3.81        | 0.150 | 03:00  |                  | 120.2      | 6.73       | 0.66           |                  | 41.4       | 2.14       | 0.21           |                  | 22.5       | 1.16       |
| 5.08        | 0.200 | 04:00  |                  | 136.4      | 10.43      | 1.00           | 13.33            | 90.8       | 4.16       | 0.41           | 7.83             | 30.3       | 1.89       |
| 6.35        | 0.250 | 05:00  |                  | 206.2      | 18.00      | 1.30           |                  | 123.1      | 6.26       | 0.61           |                  | 43.8       | 2.22       |
| 7.02        | 0.300 | 06:00  |                  | 304.1      | 17.27      | 1.48           |                  | 185.6      | 9.56       | 0.84           |                  | 50.5       | 2.89       |
| 8.09        | 0.350 | 07:00  |                  | 298.2      | 19.59      | 2.82           |                  | 109.4      | 10.77      | 1.04           |                  | 59.8       | 3.05       |
| 10.16       | 0.400 | 08:00  |                  | 461.7      | 22.84      | 2.34           |                  | 254.1      | 13.23      | 1.30           |                  | 65.0       | 3.36       |
| 11.43       | 0.450 | 09:00  |                  | 505.6      | 26.24      | 2.58           |                  | 284.1      | 14.79      | 1.45           |                  | 69.0       | 3.57       |
| 12.70       | 0.500 | 10:00  |                  | 541.4      | 27.90      | 2.74           |                  | 304.9      | 15.86      | 1.54           |                  | 71.0       | 3.70       |

|                                                                                                                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| OBSERVACIONES                                                                                                          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.                                             |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Firma del responsable de la Oficina de Investigación y Contratación de G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Firma del responsable de la Oficina de Investigación y Contratación de G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Firma del responsable de la Oficina de Investigación y Contratación de G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |



**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



### ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

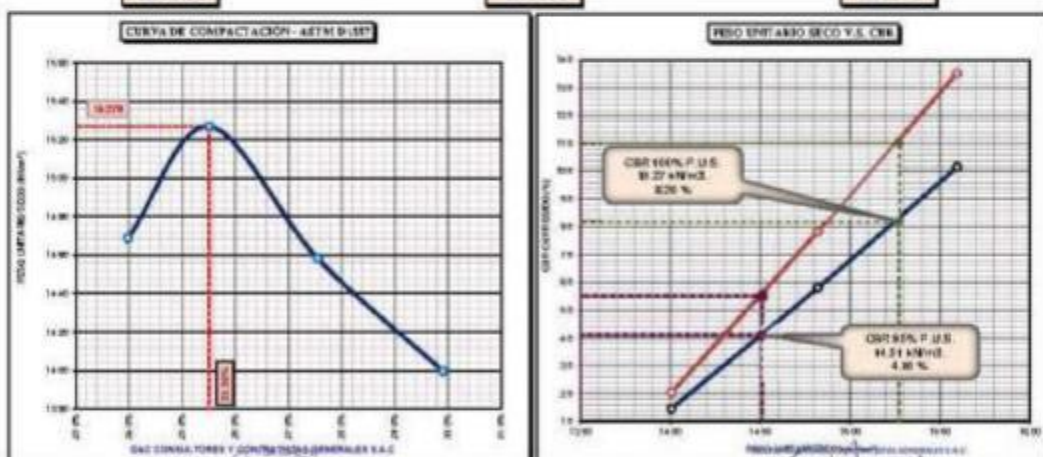
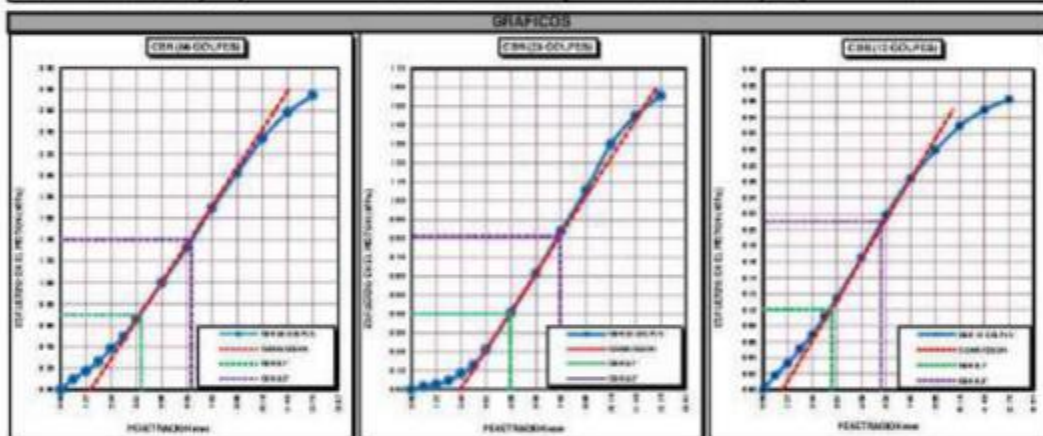
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D1883 - 16)

|        |                                                                                                                                                                             |             |                        |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESTES | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVIO DESAGUADERO - KELLUYO, KM. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO | Registro N° | VC_MCV-03/22-010-050   |
|        |                                                                                                                                                                             | Fecha       | 24 de Febrero del 2022 |

| DATOS GENERALES |                                                                                             |               |                                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, KM. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                     |
| PROCEDENCIA     | PROG. 17+250                                                                                | SOLICITANTE   | Bach. E.C. Mary Camila YANA CONDORI |
| CALICATA        | C - 05                                                                                      | TAMANO MÁXIMO | Nº 8                                |
| MUESTRA         | M - 02                                                                                      | MARGEN DE VÍA | IZQUIERDO                           |
| PROFUND.        | 0.20 - 1.50 m.                                                                              |               |                                     |

| DATOS DE LA MUESTRA    |                                     | DATOS PARA EL ENSAYO      |                   |
|------------------------|-------------------------------------|---------------------------|-------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS)   | ML                                  | NORMA                     | ASTM D-1557-12a3  |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | A-7-0 (11)                          | METODO DE ENSAYO          | Método "A"        |
| DESCRIPCIÓN (SUCS)     | rho de baja plasticidad con arcilla | TIEMPO DE INMERSIÓN       | 4 Días (96 Horas) |
|                        |                                     | PESO UNITARIO SECO        | 13.27 kN/m³       |
|                        |                                     | PESO UNITARIO SECO AL 95% | 14.51 kN/m³       |
|                        |                                     | HUMEDAD ÓPTIMA            | 35.50 %           |

|                           |   |        |                           |   |         |
|---------------------------|---|--------|---------------------------|---|---------|
| CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" | % | 8.20 % | CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" | % | 11.00 % |
| CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"  | % | 4.10 % | CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"  | % | 5.50 %  |



#### OBSERVACIONES

LOS MUESTREOS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL MUESTREO  
Elaborado en: calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

BACH. E.C. MARTOLINO PASTOR DEANA  
TÉCNICO ESPECIALISTA EN MUESTREO Y PARAMETRIZACIÓN  
DISEÑO - 01/06/2022

ING. ALEX LORA GONZALEZ CALLE  
COORDINADOR DE MUESTREO Y PARAMETRIZACIÓN  
DISEÑO - 01/06/2022





**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

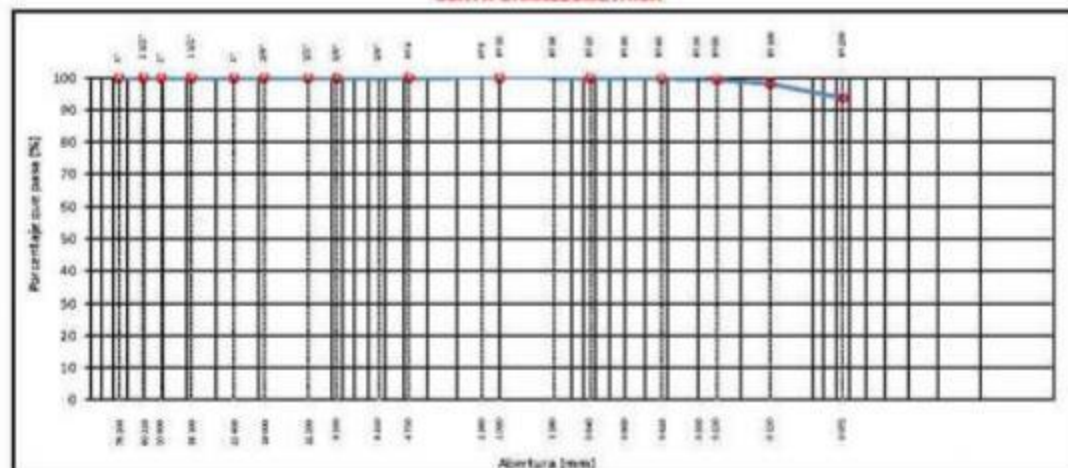
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) #2)

|        |                                                                                                                               |             |                        |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESTES | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLYO, PUNO 2021 | Registro N° | UC_MCYC-02/22-011-08C  |
|        |                                                                                                                               | Fecha       | 24 de Febrero del 2022 |

| DATOS GENERALES |                                                                                            |               |                                     |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                     |
| PROCEDENCIA     | PROG. 17+500                                                                               | SOLICITANTE   | Bach. J.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | C - 06                                                                                     | TAMANO MÁXIMO | Nº 8                                |
| MUESTRA         | M - 01                                                                                     | MARGEN DE VÍA | DERECHO                             |
| PROFUND.        | 0.00 - 0.17 m.                                                                             |               |                                     |
|                 |                                                                                            | COORDENADAS   |                                     |
|                 |                                                                                            | ESTE          | 474495.78 m. E                      |
|                 |                                                                                            | NORTE         | 6152459.45 m. S                     |
|                 |                                                                                            | COTA          | 3850 m.s.n.m.                       |

| TAMIZ     | ANÁLISIS (mm) | MASS RETENIDA | NO. RETENIDA | RETENIDO ACUMULADO | NO. RETENIDA ACUMULADO | ESPECIFICACION | SEÑALES DISTINGUENTES DE CLASIFICACIÓN (2014 - 2019 - 2020 - 2021) |
|-----------|---------------|---------------|--------------|--------------------|------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------|
| 10 in.    | 254.000       |               |              |                    |                        |                | Massa inicial seca: 276.83 gr                                      |
| 8 in.     | 152.400       |               |              |                    |                        |                | Massa Global: 276.83 gr                                            |
| 5 in.     | 127.000       |               |              |                    |                        |                | CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO                                  |
| 4 in.     | 101.600       |               |              |                    |                        |                | Contenido de Humedad (H): 7.80                                     |
| 3 in.     | 76.200        |               |              |                    |                        |                | TAMANO MÁXIMO: Nº 8                                                |
| 2 1/2 in. | 63.500        |               |              |                    |                        |                | Límite Líquido (LL): 49.00                                         |
| 2 in.     | 50.800        |               |              |                    |                        |                | Límite Plástico (LP): 36.00                                        |
| 1 1/2 in. | 38.100        |               |              |                    |                        |                | Índice Plástico (IP): 13.00                                        |
| 1 in.     | 25.400        |               |              |                    |                        |                | Clasificación (SUCE): ML                                           |
| 3/4 in.   | 19.000        |               |              |                    |                        |                | Clasificación (AASHTO): A-7-5 (17)                                 |
| 1/2 in.   | 12.500        |               |              |                    |                        |                | Índice de Consistencia: 3.17                                       |
| 3/8 in.   | 9.500         |               |              |                    |                        |                | DESCRIPCIÓN DEL SUELO                                              |
| 1/4 in.   | 6.350         |               |              |                    |                        |                | Descripción (AASHTO): MALO                                         |
| Nº 4      | 4.750         |               |              |                    |                        |                | Descripción (SUCE): Límite de baja plasticidad                     |
| Nº 8      | 2.360         |               |              |                    | 100.00                 |                | Materia Orgánica:                                                  |
| Nº 10     | 2.000         | 0.04          | 0.01         | 0.01               | 99.99                  |                | Tarbo: --                                                          |
| Nº 16     | 1.190         |               |              |                    |                        |                | CU: 0.000 CC: 0.000                                                |
| Nº 20     | 0.840         | 0.14          | 0.05         | 0.05               | 99.84                  |                | CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS                                    |
| Nº 30     | 0.600         |               |              |                    |                        |                | Grava > 2": 0.00                                                   |
| Nº 40     | 0.425         | 0.55          | 0.25         | 0.25               | 99.74                  |                | Grava 2" - Nº 4: 0.00                                              |
| Nº 50     | 0.300         |               |              |                    |                        |                | Aréa Nº 4 - Nº 200: 6.31                                           |
| Nº 60     | 0.250         | 1.21          | 0.43         | 0.73               | 99.50                  |                | Finos < Nº 200: 93.69                                              |
| Nº 100    | 0.150         | 3.23          | 1.16         | 1.85               | 98.15                  |                | Nº 8: 0.0%                                                         |
| Nº 200    | 0.075         | 12.42         | 4.45         | 6.31               | 93.69                  |                |                                                                    |
| < Nº 200  | FINO          | 261.24        | 93.69        | 100.00             |                        |                |                                                                    |

### CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado de: Bach. J.C. Mary Carmen YANA CONDORI con fecha 27/2/2022

Certificado de: Bach. J.C. Mary Carmen YANA CONDORI con fecha 27/2/2022

BACH. J.C. MARY CARMEN YANA CONDORI  
TECNICO ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y MATERIALES  
COP: 00000000

ING. ANTO CARLOS GONZALEZ LALLA  
COP: 00000000



**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



### LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

|       |                                                                                                                               |             |                        |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESIS | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELUYO, PUNO 2021 | Registro N° | UC_MCYC-02/22-011-08C  |
|       |                                                                                                                               | Fecha       | 24 de Febrero del 2023 |

| DATOS GENERALES |                                                                                            |               |                                     |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                     |
| PROCEDENCIA     | PRDG. 17+500                                                                               | SOLICITANTE   | Bach. J.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | C - 06                                                                                     |               |                                     |
| MUESTRA         | M - 01                                                                                     | TAMANO MÁXIMO | N° 8                                |
| PROFUND.        | 0.00 - 0.17 m.                                                                             | MARGEN DE VÍA | DERECHO                             |
|                 |                                                                                            | COORDENADAS   |                                     |
|                 |                                                                                            | ESTE          | 474496.79 m. E                      |
|                 |                                                                                            | NORTE         | 8152468.45 m. N                     |
|                 |                                                                                            | COTA          | 3850 m.s.n.m.                       |

| LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318-17 e1) |     |         |         |         |  |
|------------------------------------|-----|---------|---------|---------|--|
| Nro. DE TARA                       | #   | LC - 51 | LC - 52 | LC - 53 |  |
| MASA DE LA TARA                    | [g] | 46.16   | 46.38   | 48.67   |  |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO           | [g] | 66.28   | 61.49   | 66.28   |  |
| MASA TARA + SUELO SECO             | [g] | 59.59   | 56.52   | 60.59   |  |
| MASA DE AGUA                       | [g] | 6.69    | 4.97    | 5.69    |  |
| MASA DEL SUELO SECO                | [g] | 12.43   | 10.14   | 11.92   |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD               | (%) | 49.8    | 49.0    | 47.7    |  |
| NÚMERO DE GOLPES                   | N°  | 14      | 24      | 37      |  |

| LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318-17 e1) |     |         |         |  |  |
|-------------------------------------|-----|---------|---------|--|--|
| Nro. DE TARA                        |     | LC - 54 | LC - 55 |  |  |
| MASA DE LA TARA                     | [g] | 48.7    | 46.7    |  |  |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO            | [g] | 52.77   | 49.73   |  |  |
| MASA TARA + SUELO SECO              | [g] | 51.79   | 48.92   |  |  |
| MASA DE AGUA                        | [g] | 1.07    | 0.81    |  |  |
| MASA DEL SUELO SECO                 | [g] | 3.80    | 2.22    |  |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD                | (%) | 35.7    | 36.5    |  |  |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA |       |
|----------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO                   | 49.00 |
| LÍMITE PLÁSTICO                  | 36.00 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD            | 13.00 |

| OBSERVACIONES                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------|
| LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. |

*[Signature]*  
BACH. E. BARTOLOME SAGET CLARA  
TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES  
DNE - 01000000000000000000

*[Signature]*  
ING. ANDRÉS GÓMEZ ORTIZ  
INGENIERO EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES  
DNE - 01000000000000000000



**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

|        |                                                                                                                                |             |                        |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESTES | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | Registro N° | UC_MOP-02/22-801-G&C   |
|        |                                                                                                                                | Fecha       | 24 de Febrero del 2022 |

| DATOS GENERALES |                                                                                              |               |                                     |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Kms. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                     |
| PROCEDENCIA     | PROG. 17+500                                                                                 | SOLICITANTE   | Bach. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | C - 00                                                                                       |               |                                     |
| MUESTRA         | M - 01                                                                                       | TAMANO MÁXIMO | Nº 8                                |
| PROFUND.        | 0.00 - 0.17 m.                                                                               | MARGEN DE VÍA | DERECHO                             |
|                 |                                                                                              | COORDENADAS   |                                     |
|                 |                                                                                              | ESTE          | 474496.78 m. E                      |
|                 |                                                                                              | NORTE         | 8152459.45 m. S                     |
|                 |                                                                                              | COTA          | 3850 m.s.n.m.                       |

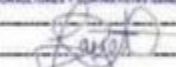
| Nº DE ENSAYOS            |     | 1       | 2       | 3       |
|--------------------------|-----|---------|---------|---------|
| Nº Tara                  |     | CH - 31 | CH - 32 | CH - 33 |
| Masa Tara                | [g] | 77.64   | 78.37   | 80.64   |
| Masa Tara + Suelo Humedo | [g] | 383.19  | 357.40  | 459.51  |
| Masa Tara + Suelo Seco   | [g] | 361.55  | 336.20  | 433.01  |
| Masa Agua                | [g] | 21.64   | 21.20   | 26.50   |
| Masa Suelo Seco          | [g] | 283.91  | 257.83  | 352.37  |
| Contenido de Humedad     | [g] | 7.62    | 8.22    | 7.52    |
| PROMEDIO                 | (%) | 7.8     |         |         |

### Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

  
BARTOLÓME ESPET OLAVERRI  
TECNICO EN MATERIAS DE SUELOS Y FUNDACIONES  
CER - PUNO

  
MARY CARMEN YANA CONDORI  
INGENIERA DE GEOTECNIA Y GEOLÓGICA  
CER - PUNO





**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

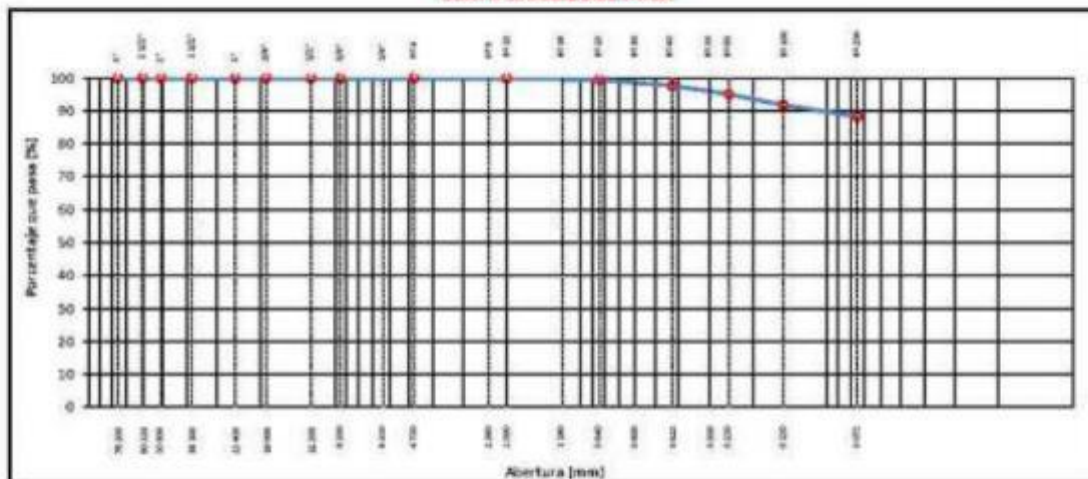
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

|        |                                                                                                                               |             |                        |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESTES | EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | Registro N° | UC_MCYC-62/22-012-65C  |
|        |                                                                                                                               | Fecha       | 24 de Febrero del 2022 |

| DATOS GENERALES |                                                                                             |               |                                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                     |
| PROCEDENCIA     | PROG. 17+500                                                                                | SOLICITANTE   | Bach. J.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | C - 06                                                                                      | TAMANO MÁXIMO | Nº 8                                |
| MUESTRA         | M - 02                                                                                      | MARGEN DE VÍA | DERECHO                             |
| PROFUND.        | 0.17 - 1.56 m.                                                                              |               |                                     |
|                 |                                                                                             | COORDENADAS   |                                     |
|                 |                                                                                             | ESTE          | 1474496.78 m. E                     |
|                 |                                                                                             | NORTE         | 8152459.45 m. S                     |
|                 |                                                                                             | COTA          | 3850 m.s.n.m.                       |

| TAMIZ     | AMBITO 25 (mm) | AREA RETENIDA | HORIZONTAL RETENIDO | RETIENSO ACUMULADO | PORCENTAJE QUE PASA | DEFINICIONES | ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (2007 - 2016 - 2018 - 2019 - 2020 - 2021) |
|-----------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 10 in.    | 254.000        |               |                     |                    |                     |              | Masa húmeda seca: 250.62 gr<br>Masa húmeda: 250.62 gr                       |
| 8 in.     | 152.400        |               |                     |                    |                     |              |                                                                             |
| 5 in.     | 127.000        |               |                     |                    |                     |              | CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO                                           |
| 4 in.     | 101.600        |               |                     |                    |                     |              |                                                                             |
| 3 in.     | 76.200         |               |                     |                    |                     |              | Contenido de Humedad (%)                                                    |
| 2 1/2 in. | 63.500         |               |                     |                    |                     |              | 13.80                                                                       |
| 2 in.     | 50.800         |               |                     |                    |                     |              | TAMANO MÁXIMO                                                               |
| 1 1/2 in. | 38.100         |               |                     |                    |                     |              | Nº 8                                                                        |
| 1 in.     | 25.400         |               |                     |                    |                     |              | Limite Líquido (LL)                                                         |
| 3/4 in.   | 19.000         |               |                     |                    |                     |              | 37.00                                                                       |
| 1/2 in.   | 12.500         |               |                     |                    |                     |              | Limite Plástico (LP)                                                        |
| 3/8 in.   | 9.500          |               |                     |                    |                     |              | 33.00                                                                       |
| 1/4 in.   | 6.350          |               |                     |                    |                     |              | Indice Plástico (IP)                                                        |
| Nº 4      | 4.750          |               |                     |                    |                     |              | 4.00                                                                        |
| Nº 6      | 2.500          |               |                     |                    |                     |              | ML                                                                          |
| Nº 10     | 2.000          |               |                     |                    |                     |              | Clasificación (SUCS)                                                        |
| Nº 16     | 1.190          |               |                     |                    |                     |              | A-4 (5)                                                                     |
| Nº 20     | 0.840          |               |                     |                    |                     |              | Indice de Consistencia                                                      |
| Nº 30     | 0.600          |               |                     |                    |                     |              | 5.80                                                                        |
| Nº 40     | 0.425          |               |                     |                    |                     |              | DESCRIPCIÓN DEL SUELO                                                       |
| Nº 50     | 0.300          |               |                     |                    |                     |              |                                                                             |
| Nº 60     | 0.250          |               |                     |                    |                     |              | Descripción (AASHTO)                                                        |
| Nº 100    | 0.150          |               |                     |                    |                     |              | REG-MALO                                                                    |
| Nº 200    | 0.075          |               |                     |                    |                     |              | Descripción (SUCS)                                                          |
| < Nº 200  | FONDO          | 185.85        | 88.24               | 100.00             |                     |              | Limo de baja plasticidad                                                    |

### CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado de análisis N° 146-2021 con fecha 21/02/2021

Certificado de análisis N° 146-2021 con fecha 20/02/2021

BARTOLOME ERIET CEAMA  
TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y ARGUMENTOS  
DIRECCIÓN GENERAL

ING. ANDRÉS GARCÍA GARCÍA  
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO  
DIRECCIÓN GENERAL





**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



### LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

|       |                                                                                                                               |             |                        |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESIS | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELUYO, PUNO 2021 | Registro N° | UC_MCYC-02/22-013-08C  |
|       |                                                                                                                               | Fecha       | 24 de Febrero del 2023 |

| DATOS GENERALES |                                                                                            |               |                                     |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                     |
| PROCEDENCIA     | PROG. 17+500                                                                               | SOLICITANTE   | Bach. J.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | C - 06                                                                                     |               |                                     |
| MUESTRA         | M - 02                                                                                     | TAMANO MÁXIMO | N° 8                                |
| PROFUND.        | 0.17 - 1.56 m.                                                                             | MARGEN DE VÍA | DERECHO                             |
|                 |                                                                                            | COORDENADAS   |                                     |
|                 |                                                                                            | ESTE          | 474496.79 m. E                      |
|                 |                                                                                            | NORTE         | 8152468.45 m. N                     |
|                 |                                                                                            | COTA          | 3850 m.s.n.m.                       |

| LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318-17 e1) |     |         |         |         |  |
|------------------------------------|-----|---------|---------|---------|--|
| Nro. DE TARA                       | #   | LC - 56 | LC - 57 | LC - 58 |  |
| MASA DE LA TARA                    | [g] | 46.91   | 47      | 46.2    |  |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO           | [g] | 65.35   | 65.18   | 66.62   |  |
| MASA TARA + SUELO SECO             | [g] | 60.32   | 60.30   | 61.23   |  |
| MASA DE AGUA                       | [g] | 5.03    | 4.88    | 5.4     |  |
| MASA DEL SUELO SECO                | [g] | 13.41   | 13.3    | 15.63   |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD               | (%) | 37.5    | 36.7    | 35.9    |  |
| NÚMERO DE GOLPES                   | N°  | 14      | 25      | 33      |  |

| LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318-17 e1) |     |         |         |  |  |
|-------------------------------------|-----|---------|---------|--|--|
| Nro. DE TARA                        | #   | LC - 59 | LC - 60 |  |  |
| MASA DE LA TARA                     | [g] | 46.89   | 48.61   |  |  |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO            | [g] | 50.16   | 52.10   |  |  |
| MASA TARA + SUELO SECO              | [g] | 49.35   | 51.22   |  |  |
| MASA DE AGUA                        | [g] | 0.81    | 0.88    |  |  |
| MASA DEL SUELO SECO                 | [g] | 2.46    | 2.61    |  |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD                | (%) | 32.9    | 33.7    |  |  |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA |       |
|----------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO                   | 37.00 |
| LÍMITE PLÁSTICO                  | 33.00 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD            | 4.00  |

| OBSERVACIONES                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------|
| LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. |

*[Firma]*  
BACH. J. C. BARTOLOME SAGET CLARAS  
TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES  
DNE - 01000428

*[Firma]*  
ING. ANDRÉS GÓMEZ ENRIQUE  
INGENIERO EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES  
DNE - 000018



**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



### CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

|       |                                                                                                                                |             |                        |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESIS | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUÑO 2021 | Registro N° | UC-MOYO-01/22-802-050  |
|       |                                                                                                                                | Fecha       | 13 de Febrero del 2022 |

| DATOS GENERALES |                                                                                             |               |                                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA DN. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUÑO |               |                                     |
| PROCEDENCIA     | PROG. 17+500                                                                                | SOLICITANTE   | Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | C - 06                                                                                      | TAMANO MÁXIMO | Nº 8                                |
| MUESTRA         | M - 02                                                                                      | MARGEN DE VÍA | DERECHO                             |
| PROFUND.        | 0.17 - 1.56 m.                                                                              |               |                                     |
|                 |                                                                                             | COORDENADAS   |                                     |
|                 |                                                                                             | ESTE          | 474496.78 m. E                      |
|                 |                                                                                             | NORTE         | 8152459.45 m. S                     |
|                 |                                                                                             | COTA          | 3950 m.s.n.m.                       |

| Nº DE ENSAYOS            |     | 1       | 2       | 3       |
|--------------------------|-----|---------|---------|---------|
| Nº Tara                  |     | CH - 34 | CH - 35 | CH - 36 |
| Masa Tara                | [g] | 88.50   | 82.24   | 84.81   |
| Masa Tara + Suelo Humedo | [g] | 404.91  | 400.91  | 385.45  |
| Masa Tara + Suelo Seco   | [g] | 385.59  | 385.74  | 372.08  |
| Masa Agua                | [g] | 38.42   | 38.17   | 33.37   |
| Masa Suelo Seco          | [g] | 279.99  | 283.50  | 237.27  |
| Contenido de Humedad     | [g] | 13.77   | 13.46   | 14.06   |
| PROMEDIO                 | (%) | 13.8    |         |         |

#### Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

  
SACHA J. BARTOLOMÉ PÉREZ CCAÑA  
INGENIERO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES  
ONG - 01990204

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

  
SACHA J. BARTOLOMÉ PÉREZ CCAÑA  
INGENIERO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES  
ONG - 01990204



**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lb/ft<sup>3</sup> (2 700 kN-m/m<sup>3</sup>)) (ASTM D 1557-12e1)

|       |                                                                                                                                |                                     |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| TESIS | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | Registro N° : UC_MOYO-02/22-012-G&C |
|       |                                                                                                                                | Fecha : 24 de Febrero del 2022      |

| DATOS GENERALES |                                                                                               |               |                                       |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|
| UBICACIÓN       | : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                       |
| PROCEDENCIA     | : PROG. 17+500                                                                                | SOLICITANTE   | : Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORE |
| CALICATA        | : C - 06                                                                                      |               |                                       |
| MUESTRA         | : M - 02                                                                                      | TAMANO MÁXIMO | : N° 8                                |
| PROFUND.        | : ± 0.17 - 1.56 m.                                                                            | MARGEN DE VÍA | : DERECHO                             |
|                 |                                                                                               | COORDENADAS   |                                       |
|                 |                                                                                               | ESTE          | : 474496.78 m. E                      |
|                 |                                                                                               | NORTE         | : 8152459.45 m. S                     |
|                 |                                                                                               | COTA          | : 3850 m.s.n.m.                       |

| DATOS DE LA MUESTRA    |                            | DATOS DEL ENSAYO  |                             |
|------------------------|----------------------------|-------------------|-----------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS)   | : ML                       | % Ret. Tamiz 3/4" | METODO DE ENSAYO Método "A" |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-4 (5)                  | % Ret. Tamiz 3/8" | No DE CAPAS 05              |
| DESCRIPCIÓN (SUCS)     | : Lino de baja plasticidad | % Ret. Tamiz N°4  | GOLPES POR CAPA 25          |

| EQUIPO EMPLEADO |            |                   |                       |
|-----------------|------------|-------------------|-----------------------|
| MOLDE No        | : X - 06   | VOLUMEN DEL MOLDE | : 938 cm <sup>3</sup> |
| MASA DEL MOLDE  | : 3,681 g. | TIPO DE MARTILLO  | : Manual              |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO |                      |       |       |       |       |
|---------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Masa Suelo Humedo + Molde       | (g)                  | 5807  | 5588  | 5450  | 5405  |
| Masa del Molde                  | (g)                  | 3681  | 3681  | 3681  | 3681  |
| Masa del Suelo Humedo           | (g)                  | 2126  | 1907  | 1769  | 1724  |
| Densidad del Suelo Humedo       | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.947 | 2.033 | 1.886 | 1.838 |

| Capsula No                    | No                   | TP-21  | TP-22  | TP-23  | TP-24  |
|-------------------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|
| Masa de la Capsula            | (g)                  | 90.99  | 91.49  | 87.75  | 89.62  |
| Suelo Humedo + Capsula        | (g)                  | 481.55 | 442.07 | 452.57 | 416.17 |
| Masa del Suelo Seco + Capsula | (g)                  | 410.23 | 371.99 | 375.42 | 343.42 |
| Masa del Agua                 | (g)                  | 71.32  | 70.08  | 77.15  | 72.75  |
| Masa del Suelo Seco           | (g)                  | 319.24 | 280.50 | 287.67 | 253.80 |
| Humedad (%)                   | %                    | 22.34% | 24.98% | 26.82% | 28.66% |
| Promedio de Humedad (%)       | %                    | 22.34% | 24.98% | 26.82% | 28.66% |
| Densidad del Suelo Seco       | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.591  | 1.627  | 1.487  | 1.428  |
| Peso Unitario Seco            | (kN/m <sup>3</sup> ) | 15.60  | 15.95  | 14.58  | 14.01  |

|                     |                    |                    |               |                            |
|---------------------|--------------------|--------------------|---------------|----------------------------|
| PROCTOR MODIFICADO  | : ASTM D-1557-12e1 | PESO UNITARIO SECO | : 1.632 gr/cc | : 16.000 kN/m <sup>3</sup> |
| MET. DE PREPARACIÓN | : Húmedo           | HUMEDAD OPTIMA     | : 24.60 %     | : 24.60 %                  |



OBSERVACIONES : Los MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. Se efectuó el ensayo TP 17-445-2021 con fecha 23/02/2021.

BACH. CAROLINE VARELA CLARET  
TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES  
G&C - INGENIERIA

ING. CAROLINE VARELA CLARET  
TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES  
G&C - INGENIERIA





**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

B&amp;C BEDTECHNIK MATERIAL TEST LABS

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES



### ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

## STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1583 - 16)

TESTES

EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESUO DESAQUADERO - KELLAYO, PUNO 2021

Registro N°

MC\_MPC-0013-RIE-00C

Fecha

24 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES

UBICACIÓN

CARRETERA Dv. DESAQUADERO - KELLAYO, Km. 16+306 - 17+506, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO

PROCEDENCIA

BRCS. 17+506

CALICATA

C-86

MUESTRA

M-52

PROFUND.

0.17 - 0.36 m.

SOLICITANTE

Bach. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI

COORDENADAS

ESTE : 1476496.79 m. E  
NORTE : 8151435.45 m. E  
COTA : 2890 m.a.s.n.m.

TAMANO MÁXIMO

N° 8

MARGEN DE VÍA

DERECHO

DATOS DE LA MUESTRA

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACIÓN (SICTA)

RL

MÉTODO DE ENSAYO

Método "A"

TIEMPO DE INMERSIÓN

4 Días (36 Hr.)

CLASIFICACIÓN (SABDT)

A-4 [35]

PCO ANTES DEL ENSAYO

15.30 % (m/s)

TIPO DE MARTILLO

Pesado

DIRECCIÓN (SICTA)

Loma de baja planicidad

HUMEDAD ÓPTIMA

24.00 %

MÉT. DE PREPARACIÓN

Mado

MOLDE No.

COO

A-6

N-5

Q-5

NÚMERO DE CAPAS

a<sup>6</sup>

5

5

5

NÚMERO DE GOLPES POR CAPA

a<sup>6</sup>

50

25

12

N° SOBRECARGA CIRCULAR

a<sup>6</sup>

1

1

1

N° SOBRECARGA ANGULAR

a<sup>6</sup>

1

1

1

CONDICIONES DE LA MUESTRA

CSH

SEN SUMERGIDO

SUMERGIDO

SEN SUMERGIDO

SUMERGIDO

SEN SUMERGIDO

SUMERGIDO

REGISTRO Y CÁLCULO DEL ENSAYO

Massa Suelo Humedo + Molde

g (g)

12391

12497

11882

11826

11493

11490

Massa del Molde

g (g)

3070

3070

7546

7546

7598

7598

Massa del Suelo Humedo

g (g)

4321

4427

4337

4380

3895

4092

Volumen del Suelo

cm<sup>3</sup>

2137

2137

2134

2134

2171

2171

Densidad del Suelo Humedo

g/cm<sup>3</sup>

2.024

2.072

2.032

2.052

1.835

1.835

Capítulo No.

No

PC - 31

PC - 32

PC - 33

PC - 34

PC - 35

PC - 36

Massa de Capítulo

g (g)

81.76

82.82

82.82

84.22

85.04

85.04

Suelo Humedo + Capítulo

g (g)

507.64

502.94

575.85

557.17

507.76

507.76

Massa del Suelo Seco + Capítulo

g (g)

423.29

415.64

477.86

452.47

424.21

424.21

Massa del Agua

g (g)

84.35

87.33

97.99

104.50

83.55

123.66

Massa del Suelo Seco

g (g)

341.43

328.04

379.84

348.35

339.16

344.99

% de Humedad

%

24.64%

26.22%

24.45%

29.73%

24.71%

28.03%

Procentaje de Humedad

%

24.66%

26.22%

24.65%

29.73%

24.73%

30.23%

Densidad del Suelo Seco

g/cm<sup>3</sup>

1.939

1.950

1.755

1.555

1.473

1.473

Peso Unitario Seco

kg/cm<sup>2</sup>

16.972

16.262

15.752

15.250

14.441

14.444

EXPANSIÓN

Nota

Nota

Tempo

Dist

Expansión  
mm

Dist

Expansión  
mm

Dist

Expansión  
mm

0:00:00

500.00

0.00

0.00

401.00

0.00

0.00

422.00

0.00

0.00

04:00:00

504.00

0.10

0.08

419.00

0.18

0.14

442.00

0.22

0.18

48:00:00

506.00

0.20

0.16

422.00

0.26

0.22

449.00

0.41

0.33

72:00:00

512.00

0.23

0.23

429.00

0.46

0.36

452.00

0.48

0.38

96:00:00

514.00

0.26

0.28

431.00

0.51

0.40

459.00

0.55

0.51

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN

Carga  
Indicador  
kg./Puls./  
Min

MOLDE No. A-6

MOLDE No. N-5

MOLDE No. Q-5

mm

Pulg.

Tempo

ESTRUCTURA  
"kg"

W  
kg/cm<sup>2</sup>

ESTRUCTURA  
"kg"

W  
kg/cm<sup>2</sup>

ESTRUCTURA  
"kg"

W  
kg/cm<sup>2</sup>

0.00

0

00:00

0.0

0.00

0.0

0.00

0.0

0.00

0.03

0.0025

00:30

7.1

0.37

0.6

0.13

0.01

3.7

0.19

0.02

1.27

0.050

01:00

34.8

1.28

9.8

0.64

0.06

19.4

0.54

0.05

1.99

0.079

01:30

50.3

2.76

27.5

1.42

0.14

19.2

1.00

0.10

2.54

0.100

02:00

88.0

4.33

47.7

2.47

0.24

31.8

1.80

0.18

3.17

0.125

02:30

125.0

6.77

74.9

3.87

0.38

46.5

2.40

0.24

3.81

0.150

03:00

175.0

9.81

106.5

5.49

0.54

67.5

3.51

0.34

5.08

0.200

04:00

265.5

13.74

180.4

9.32

0.91

111.8

5.76

0.57

6.35

0.250

05:00

352.8

19.33

179.3

13.28

1.25

133.8

7.94

0.78

7.62

0.300

06:00

435.4

23.24

206.3

15.80

1.59

181.8

9.90

0.97

8.89

0.350

07:00

509.9

24.25

245.0

18.86

1.85

223.7

11.54

1.13

10.16

0.400

08:00

575.6

29.85

284.6

21.42

2.12

251.6

13.00

1.27

11.43

0.450

09:00

622.0

30.24

343.6

24.26

2.38

280.4

14.50

1.40

13.70

0.530

10:00

693.9

34.38

334.6

26.57

2.54

308.0

16.84

1.56

### OBJETIVOS

[illegible]

Financiado por C&D Inc. y el Fondo de Inversión de Recursos Fiscales estatales de Georgia. C&D Inc. 1992-93.

Copyright © 2009 by John Wiley & Sons, Inc.

**BACHETTI, GIANFRANCO PIETRO CARMINE**  
TECNICO SPECIALISTA IN VARELLE E FARMACOTECNICO  
1986 - 1987

MAIL: NATHAN STARR, LYNNWOOD 2, CALIF.  
2001-1980, 1981-1982, 1983-1984, 1985-1986, 1987-1988, 1989-1990, 1991-1992, 1993-1994, 1995-1996, 1997-1998, 1999-2000, 2001-2002, 2003-2004, 2005-2006, 2007-2008, 2009-2010, 2011-2012, 2013-2014, 2015-2016, 2017-2018, 2019-2020, 2021-2022, 2023-2024, 2025-2026, 2027-2028, 2029-2030, 2031-2032, 2033-2034, 2035-2036, 2037-2038, 2039-2040, 2041-2042, 2043-2044, 2045-2046, 2047-2048, 2049-2050, 2051-2052, 2053-2054, 2055-2056, 2057-2058, 2059-2060, 2061-2062, 2063-2064, 2065-2066, 2067-2068, 2069-2070, 2071-2072, 2073-2074, 2075-2076, 2077-2078, 2079-2080, 2081-2082, 2083-2084, 2085-2086, 2087-2088, 2089-2090, 2091-2092, 2093-2094, 2095-2096, 2097-2098, 2099-2100, 2101-2102, 2103-2104, 2105-2106, 2107-2108, 2109-2110, 2111-2112, 2113-2114, 2115-2116, 2117-2118, 2119-2120, 2121-2122, 2123-2124, 2125-2126, 2127-2128, 2129-2130, 2131-2132, 2133-2134, 2135-2136, 2137-2138, 2139-2140, 2141-2142, 2143-2144, 2145-2146, 2147-2148, 2149-2150, 2151-2152, 2153-2154, 2155-2156, 2157-2158, 2159-2160, 2161-2162, 2163-2164, 2165-2166, 2167-2168, 2169-2170, 2171-2172, 2173-2174, 2175-2176, 2177-2178, 2179-2180, 2181-2182, 2183-2184, 2185-2186, 2187-2188, 2189-2190, 2191-2192, 2193-2194, 2195-2196, 2197-2198, 2199-2200, 2201-2202, 2203-2204, 2205-2206, 2207-2208, 2209-2210, 2211-2212, 2213-2214, 2215-2216, 2217-2218, 2219-2220, 2221-2222, 2223-2224, 2225-2226, 2227-2228, 2229-2230, 2231-2232, 2233-2234, 2235-2236, 2237-2238, 2239-2240, 2241-2242, 2243-2244, 2245-2246, 2247-2248, 2249-2250, 2251-2252, 2253-2254, 2255-2256, 2257-2258, 2259-2260, 2261-2262, 2263-2264, 2265-2266, 2267-2268, 2269-2270, 2271-2272, 2273-2274, 2275-2276, 2277-2278, 2279-2280, 2281-2282, 2283-2284, 2285-2286, 2287-2288, 2289-2290, 2291-2292, 2293-2294, 2295-2296, 2297-2298, 2299-2300, 2301-2302, 2303-2304, 2305-2306, 2307-2308, 2309-2310, 2311-2312, 2313-2314, 2315-2316, 2317-2318, 2319-2320, 2321-2322, 2323-2324, 2325-2326, 2327-2328, 2329-2330, 2331-2332, 2333-2334, 2335-2336, 2337-2338, 2339-2340, 2341-2342, 2343-2344, 2345-2346, 2347-2348, 2349-2350, 2351-2352, 2353-2354, 2355-2356, 2357-2358, 2359-2360, 2361-2362, 2363-2364, 2365-2366, 2367-2368, 2369-2370, 2371-2372, 2373-2374, 2375-2376, 2377-2378, 2379-2380, 2381-2382, 2383-2384, 2385-2386, 2387-2388, 2389-2390, 2391-2392, 2393-2394, 2395-2396, 2397-2398, 2399-2400, 2401-2402, 2403-2404, 2405-2406, 2407-2408, 2409-2410, 2411-2412, 2413-2414, 2415-2416, 2417-2418, 2419-2420, 2421-2422, 2423-2424, 2425-2426, 2427-2428, 2429-2430, 2431-2432, 2433-2434, 2435-2436, 2437-2438, 2439-2440, 2441-2442, 2443-2444, 2445-2446, 2447-2448, 2449-2450, 2451-2452, 2453-2454, 2455-2456, 2457-2458, 2459-2460, 2461-2462, 2463-2464, 2465-2466, 2467-2468, 2469-2470, 2471-2472, 2473-2474, 2475-2476, 2477-2478, 2479-2480, 2481-2482, 2483-2484, 2485-2486, 2487-2488, 2489-2490, 2491-2492, 2493-2494, 2495-2496, 2497-2498, 2499-2500, 2501-2502, 2503-2504, 2505-2506, 2507-2508, 2509-2510, 2511-2512, 2513-2514, 2515-2516, 2517-2518, 2519-2520, 2521-2522, 2523-2524, 2525-2526, 2527-2528, 2529-2530, 2531-2532, 2533-2534, 2535-2536, 2537-2538, 2539-2540, 2541-2542, 2543-2544, 2545-2546, 2547-2548, 2549-2550, 2551-2552, 2553-2554, 2555-2556, 2557-2558, 2559-2560, 2561-2562, 2563-2564, 2565-2566, 2567-2568, 2569-2570, 2571-2572, 2573-2574, 2575-2576, 2577-2578, 2579-2580, 2581-2582, 2583-2584, 2585-2586, 2587-2588, 2589-2590, 2591-2592, 2593-2594, 2595-2596, 2597-2598, 2599-2600, 2601-2602, 2603-2604, 2605-2606, 2607-2608, 2609-2610, 2611-2612, 2613-2614, 2615-2616, 2617-2618, 2619-2620, 2621-2622, 2623-2624, 2625-2626, 2627-2628, 2629-2630, 2631-2632, 2633-2634, 2635-2636, 2637-2638, 2639-2640, 2641-2642, 2643-2644, 2645-2646, 2647-2648, 2649-2650, 2651-2652, 2653-2654, 2655-2656, 2657-2658, 2659-2660, 2661-2662, 2663-2664, 2665-2666, 2667-2668, 2669-2670, 2671-2672, 2673-2674, 2675-2676, 2677-2678, 2679-2680, 2681-2682, 2683-2684, 2685-2686, 2687-2688, 2689-2690, 2691-2692, 2693-2694, 2695-2696, 2697-2698, 2699-2700, 2701-2702, 2703-2704, 2705-2706, 2707-2708, 2709-2710, 2711-2712, 2713-2714, 2715-2716, 2717-2718, 2719-



### G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E ENSAYO DE MATERIALES



## ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

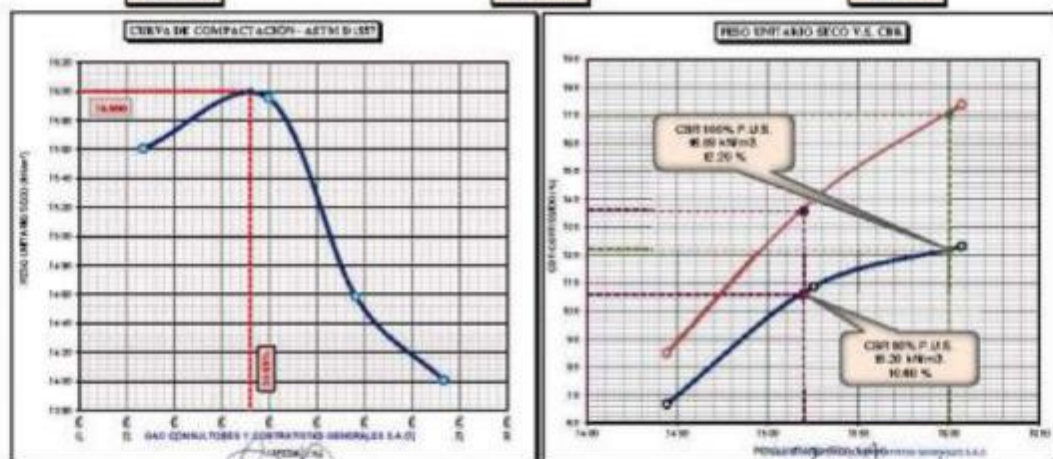
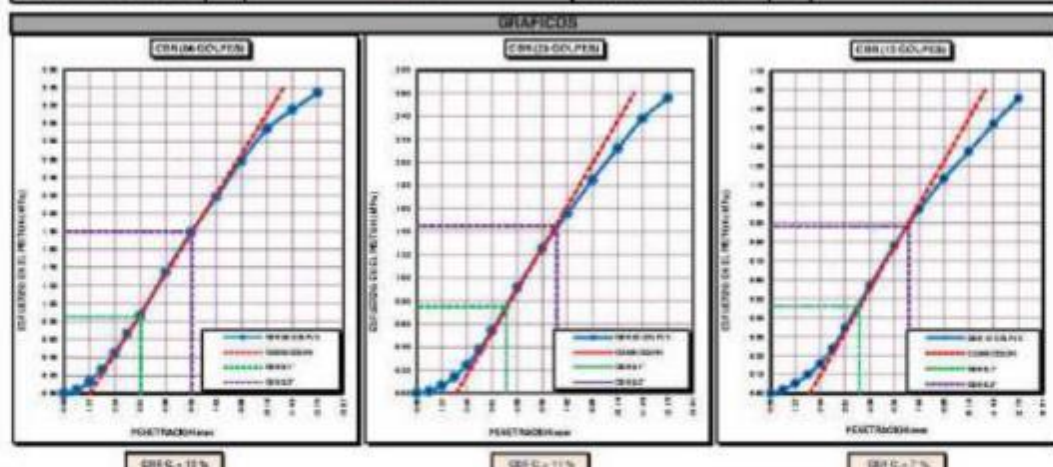
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D1883 - 16)

|       |                                                                                                                              |             |                        |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESIS | EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLYO, PUNO 2021 | Registro N° | UC_MCYC-02/22-032-05C  |
|       |                                                                                                                              | Fecha       | 24 de Febrero del 2023 |

| DATOS GENERALES |                                                                                            |                         |                                    |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |                         |                                    |
| PROCEDENCIA     | PROG. 17+500                                                                               | SOLICITANTE             | Bach. I.C. Mary Caman YANA CONDORI |
| CALICATA        | C-05                                                                                       | TAMANO MÁXIMO : N° 8    | COORDENADAS                        |
| MUESTRA         | M-02                                                                                       |                         |                                    |
| PROFUND.        | 0.17 - 1.56 m.                                                                             | MARGEN DE VÍA : DERECHO | ESTE : 474436.78 m. E              |
|                 |                                                                                            |                         | NORTE : 915245.945 m. S            |
|                 |                                                                                            |                         | COTA : 3850 m.s.n.m.               |

| DATOS DE LA MUESTRA    |                         | DATOS PARA EL ENSAYO      |                   |
|------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS)   | ML                      | NORMA                     | ASTM D-1557-12e3  |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | A-4 (5)                 | MÉTODO DE ENSAYO          | Método "A"        |
| DESCRIPCIÓN (SHCS)     | Una de baja plasticidad | TIEMPO DE INMERSIÓN       | 4 Días (96 Horas) |
|                        |                         | PESO UNITARIO SECO        | 15.00 t/m³        |
|                        |                         | PESO UNITARIO SECO AL 95% | 15.20 t/m³        |
|                        |                         | HUMEDAD ÓPTIMA            | 24.50 %           |

|                           |         |                           |         |
|---------------------------|---------|---------------------------|---------|
| CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" | 12.20 % | CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" | 17.00 % |
| CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"  | 10.60 % | CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"  | 13.60 % |



OBSERVACIONES: LAS PRUEBAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL PROYECTO. Certificado de calibración N° LP-123-2021 con fecha 21/12/2021

BACH. I.C. BARTOLOME VAREY OCANA  
TEL: 051 984 000 000  
G&C GEOTECHNIK

BACH. I.C. GONZALO GARCIA  
TEL: 051 984 000 000  
G&C GEOTECHNIK





**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



### LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

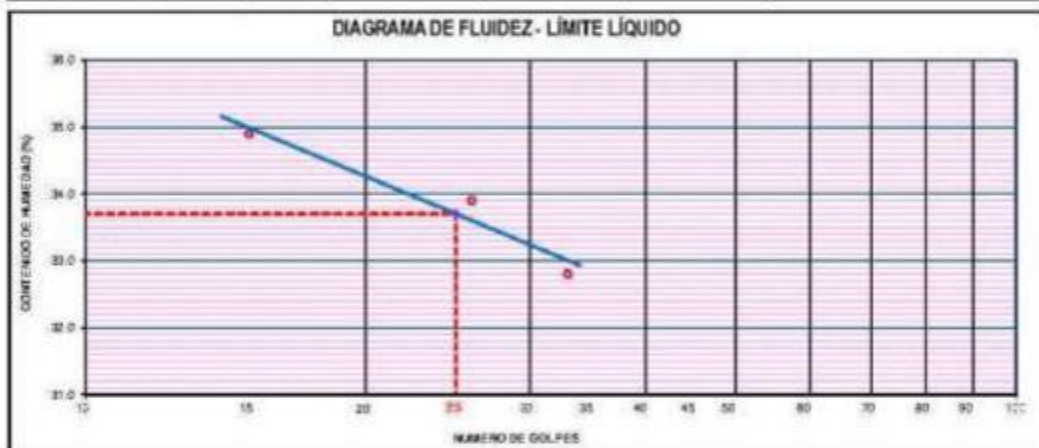
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

|        |                                                                                                                                |             |                        |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESTES | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | Registro N° | UC_MCYC-02/22-038-08C  |
|        |                                                                                                                                | Fecha       | 24 de Febrero del 2022 |

| DATOS GENERALES |                                                                                             |               |                                     |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+800 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                     |
| PROCEDENCIA     | PRDG. 16+500                                                                                | SOLICITANTE   | Bach. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | C - 02                                                                                      | CONDICION     | SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO          |
| MUESTRA         | M - 02                                                                                      | MARGEN DE VÍA | DERECHO                             |
| DOFIFICACION    | 2% CEMENTO                                                                                  | COORDENADAS   |                                     |
|                 |                                                                                             | ESTE          | 475440.91 m. E                      |
|                 |                                                                                             | NORTE         | 8152827.65 m. S                     |
|                 |                                                                                             | COTA          | 3344 m.s.n.m.                       |

| LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1) |     |         |         |         |  |
|--------------------------------------|-----|---------|---------|---------|--|
| Nº. DE TAPA                          | n°  | LC - 01 | LC - 02 | LC - 03 |  |
| MASA DE LA TAPA                      | [g] | 45.84   | 45.92   | 45.91   |  |
| MASA TAPA + SUELO HUMEDO             | [g] | 54.92   | 54.83   | 51.47   |  |
| MASA TAPA + SUELO SECO               | [g] | 53.98   | 50.04   | 57.63   |  |
| MASA DE AGUA                         | [g] | 4.94    | 4.79    | 3.84    |  |
| MASA DEL SUELO SECO                  | [g] | 14.14   | 14.12   | 11.72   |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD                 | (%) | 34.9    | 33.9    | 32.8    |  |
| NÚMERO DE GOLPES                     | n°  | 15      | 25      | 33      |  |

| LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1) |     |         |         |         |  |
|---------------------------------------|-----|---------|---------|---------|--|
| Nº. DE TAPA                           |     | LC - 04 | LC - 05 | LC - 06 |  |
| MASA DE LA TAPA                       | [g] | 46.94   | 47.87   | 46.83   |  |
| MASA TAPA + SUELO HUMEDO              | [g] | 50.55   | 51.57   | 50.45   |  |
| MASA TAPA + SUELO SECO                | [g] | 49.77   | 50.76   | 49.66   |  |
| MASA DE AGUA                          | [g] | 0.78    | 0.81    | 0.79    |  |
| MASA DEL SUELO SECO                   | [g] | 2.83    | 2.83    | 2.83    |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD                  | (%) | 27.6    | 28.0    | 27.9    |  |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA |       |
|----------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO                   | 34.00 |
| LÍMITE PLÁSTICO                  | 28.00 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD            | 6.00  |

| OBSERVACIONES                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------|
| LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. |
| G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.                            |

BACH. L.C. MARTINEZ ANTONIO  
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES

ING. JESÚS LUIS GONZÁLEZ  
ENCARGADO DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES





**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56.000 ft-lb/ft<sup>3</sup> (2 700 kN-m/m<sup>3</sup>)) (ASTM D 1557-12e1)

|       |                                                                                                                               |                                     |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| TESIS | EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | Registro N° : UC_MCYC-02/22-038-G&C |
|       |                                                                                                                               | Fecha : 24 de Febrero del 2022      |

| DATOS GENERALES |                                                                                               |               |                                       |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|
| UBICACIÓN       | : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                       |
| PROCEDENCIA     | : PROG. 16+500                                                                                | SOLICITANTE   | : Bach. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | : C - 02                                                                                      | CONDICIÓN     | : SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO          |
| MUESTRA         | : M - 02                                                                                      | MARGEN DE VÍA | : DERECHO                             |
| DOSIFICACIÓN    | : 2% CEMENTO                                                                                  | COORDENADAS   |                                       |
|                 |                                                                                               | ESTE          | : 475440.91 m. E                      |
|                 |                                                                                               | NORTE         | : 8152827.65 m. S                     |
|                 |                                                                                               | COTA          | : 3844 m.s.n.m.                       |

| DATOS DE LA MUESTRA    |                            | DATOS DEL ENSAYO  |                               |
|------------------------|----------------------------|-------------------|-------------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS)   | : ML                       | % Ret. Tamiz 3/4" | : METODO DE ENSAYO Método "A" |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-4 (S)                  | % Ret. Tamiz 3/8" | : No DE CAPAS 05              |
| DESCRIPCIÓN (SUCS)     | : Limo de baja plasticidad | % Ret. Tamiz N°4: | : GOLPES POR CAPA 25          |

| EQUIPO EMPLEADO |            |                   |                       |
|-----------------|------------|-------------------|-----------------------|
| MOLDE No        | : X - 06   | VOLUMEN DEL MOLDE | : 938 cm <sup>3</sup> |
| MASA DEL MOLDE  | : 3.681 g. | TIPO DE MARTILLO  | : Manual              |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO |                      |       |       |       |       |
|---------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Masa Suelo Humedo + Molde       | (g)                  | 5422  | 5576  | 5620  | 5499  |
| Masa del Molde                  | (g)                  | 3681  | 3681  | 3681  | 3681  |
| Masa del Suelo Humedo           | (g)                  | 1741  | 1895  | 1939  | 1818  |
| Densidad del Suelo Humedo       | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.856 | 2.020 | 2.067 | 1.938 |

| Capsula No                    | No                   | TP-01  | TP-02  | TP-03  | TP-04  |
|-------------------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|
| Masa de la Capsula            | (g)                  | 59.70  | 57.25  | 58.22  | 59.99  |
| Suelo Humedo + Capsula        | (g)                  | 428.57 | 366.08 | 439.65 | 362.55 |
| Masa del Suelo Seco + Capsula | (g)                  | 361.69 | 321.71 | 379.78 | 310.91 |
| Masa del Agua                 | (g)                  | 46.88  | 44.37  | 59.87  | 51.64  |
| Masa del Suelo Seco           | (g)                  | 321.99 | 264.45 | 321.56 | 256.92 |
| Humedad (%)                   | %                    | 14.56% | 16.76% | 18.62% | 20.56% |
| Promedio de Humedad (%)       | %                    | 14.56% | 16.76% | 18.62% | 20.58% |
| Densidad del Suelo Seco       | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.620  | 1.730  | 1.743  | 1.607  |
| Peso Unitario Seco            | (kN/m <sup>3</sup> ) | 15.89  | 16.97  | 17.09  | 15.76  |

|                     |                    |                    |               |                            |
|---------------------|--------------------|--------------------|---------------|----------------------------|
| PROCTOR MODIFICADO  | : ASTM D-1557-12e1 | PESO UNITARIO SECO | : 1.754 gr/cc | : 17.200 kN/m <sup>3</sup> |
| MET. DE PREPARACIÓN | : Húmedo           | HUMEDAD OPTIMA     | : 18.00 %     | : 18.00 %                  |



OBSERVACIONES

Los registros y datos fueron proporcionados por el responsable del ensayo.

Se realizó el ensayo de compactación N° 17-045-2021 con fecha 20/02/2021

Bach. Mary Carmen YANA CONDORI

Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



### G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



## ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>TESIS:</b> EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA SEVÉO DESAGUADERO - KILLUYO, PUNO 2021                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                 | <b>Legenda N°:</b> MC, HVC, M22, M30, G&C                                                                                                                       |                                                                                                                                                                 |
| <b>Fecha:</b> 24 de Febrero del 2022                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                 |
| <b>DATOS GENERALES</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                 |
| <b>UBICACIÓN:</b> CARRETERA D-1 DESAGUADERO - KILLUYO, Km. 14+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                 |
| <b>PROVENIENCIA:</b> R.D. 14+500<br><b>CALICATA:</b> C-30<br><b>MUESTRA:</b> M-30<br><b>DOSIFICACIÓN:</b> 3% CEMENTO                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>SOLICITANTE:</b> Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI<br><b>CONDICIÓN:</b> SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO<br><b>MARGEN DE VÍA:</b> DERECHO                        |                                                                                                                                                                 | <b>COORDENADAS:</b><br><b>EAST:</b> 475440.91 m. E<br><b>NORTE:</b> 8132827.85 m. N<br><b>COTA:</b> 3844 m.s.n.m.                                               |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                 | <b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                 |
| <b>CLASIFICACIÓN (USCS):</b> ML<br><b>CLASIFICACIÓN (AASHTO):</b> A-4 (5)<br><b>GRANULACIÓN (USCS):</b> Límite de baja plasticidad                                                                                                                                                                                                                                                | <b>MÉTODO DE ENSAYO:</b> Método "A"<br><b>PESO UNITARIO SECO:</b> 17.35 lb/m <sup>3</sup><br><b>UNIDAD ÓPTIMA:</b> 18.86 %                                      | <b>TIEMPO DE INMERSIÓN:</b> 4 Días (96 Horas)<br><b>TIPO DE MARTILLO:</b> Manual<br><b>MÉT. DE PREPARACIÓN:</b> Método                                          |                                                                                                                                                                 |
| <b>MOLDE No:</b> G05<br><b>NÚMERO DE CAPAS:</b> 5<br><b>NÚMERO DE GOLPES POR CAPA:</b> 30<br><b>N° SOBRECARGA CIRCULAR:</b> 5<br><b>N° SOBRECARGA ANGULAR:</b> 1<br><b>CONDICIONES DE LA MUESTRA:</b> CBR MEN SUPRÉSADO SUPRÉSADO SEN SUPRÉSADO SUPRÉSADO SEN SUPRÉSADO SUPRÉSADO                                                                                                 | <b>RESUMEN Y CÁLCULOS DEL ENSAYO</b>                                                                                                                            |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                 |
| <b>Masa Suelo Humedo + Molds:</b> 134.92<br><b>Masa del Mold:</b> 80.98<br><b>Masa del Suelo Humedo:</b> 439.4<br><b>Volumen del Suelo:</b> 21.21<br><b>Densidad del Suelo Humedo:</b> 2.072                                                                                                                                                                                      | <b>134.92</b><br><b>80.98</b><br><b>439.4</b><br><b>21.21</b><br><b>2.072</b>                                                                                   | <b>134.92</b><br><b>80.98</b><br><b>439.4</b><br><b>21.21</b><br><b>2.072</b>                                                                                   | <b>134.92</b><br><b>80.98</b><br><b>439.4</b><br><b>21.21</b><br><b>2.072</b>                                                                                   |
| <b>Capacita No:</b> 40<br><b>Masa de la Capacita:</b> 10.50<br><b>Suelo Humedo + Capacita:</b> 504.55<br><b>Masa del Suelo Seco + Capacita:</b> 505.18<br><b>Masa del Agua:</b> 79.45<br><b>Masa del Suelo Seco:</b> 445.15<br><b>No de Humedad:</b> 18.01%<br><b>Porcentaje de Humedad:</b> 18.01%<br><b>Densidad del Suelo Seco:</b> 1.735<br><b>Peso Unitario Seco:</b> 17.317 | <b>40</b><br><b>10.50</b><br><b>504.55</b><br><b>505.18</b><br><b>79.45</b><br><b>445.15</b><br><b>18.01%</b><br><b>18.01%</b><br><b>1.735</b><br><b>17.317</b> | <b>40</b><br><b>10.50</b><br><b>504.55</b><br><b>505.18</b><br><b>79.45</b><br><b>445.15</b><br><b>18.01%</b><br><b>18.01%</b><br><b>1.735</b><br><b>17.317</b> | <b>40</b><br><b>10.50</b><br><b>504.55</b><br><b>505.18</b><br><b>79.45</b><br><b>445.15</b><br><b>18.01%</b><br><b>18.01%</b><br><b>1.735</b><br><b>17.317</b> |
| <b>EXPANSIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                 |
| <b>Fecha:</b> 24-02-2022<br><b>Hora:</b> 08:00:00<br><b>Temperatura:</b> 24.00:00<br><b>Dial:</b> 423.00<br><b>Expansión:</b> 0.00<br><b>Sen:</b> 0.00<br><b>Supr:</b> 0.00                                                                                                                                                                                                       | <b>24-02-2022</b><br><b>08:00:00</b><br><b>24.00:00</b><br><b>423.00</b><br><b>0.00</b><br><b>0.00</b><br><b>0.00</b>                                           | <b>24-02-2022</b><br><b>08:00:00</b><br><b>24.00:00</b><br><b>423.00</b><br><b>0.00</b><br><b>0.00</b><br><b>0.00</b>                                           | <b>24-02-2022</b><br><b>08:00:00</b><br><b>24.00:00</b><br><b>423.00</b><br><b>0.00</b><br><b>0.00</b><br><b>0.00</b>                                           |
| <b>PENETRACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                 |
| <b>TIEMPO:</b> 0.00<br><b>Penetración:</b> 0.00<br><b>Sen:</b> 0.00<br><b>Supr:</b> 0.00                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>0.00</b><br><b>0.00</b><br><b>0.00</b><br><b>0.00</b>                                                                                                        | <b>0.00</b><br><b>0.00</b><br><b>0.00</b><br><b>0.00</b>                                                                                                        | <b>0.00</b><br><b>0.00</b><br><b>0.00</b><br><b>0.00</b>                                                                                                        |

OBSERVACIONES: EL DISEÑO DE LA PRUEBA DE CBR SE REALIZÓ DE ACORDO A LA NORMA ASTM D 1883 - 16. EL RESULTADO DE LA PRUEBA DE CBR ES DE 18.86 %, LO CUAL SE ENCUENTRA DENTRO DE LOS LÍMITES ESTABLECIDOS EN LA NORMA ASTM D 1883 - 16.

FIRMA DEL INGENIERO RESPONSABLE:   
 FIRMA DEL TECNICO RESPONSABLE:

INGENIERO RESPONSABLE: **ING. ANDRÉS LUIS GONZÁLEZ GARCÍA**  
 TECNICO RESPONSABLE: **ING. ANDRÉS LUIS GONZÁLEZ GARCÍA**





**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



### ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

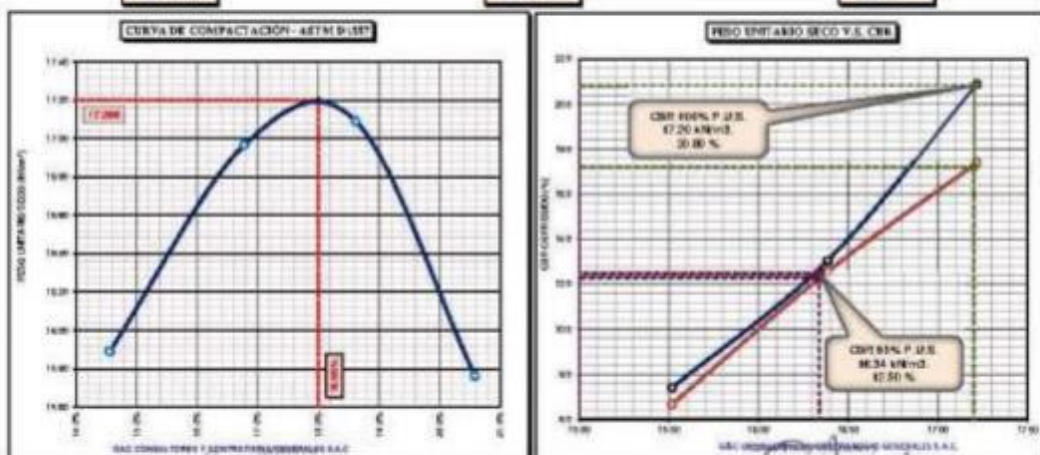
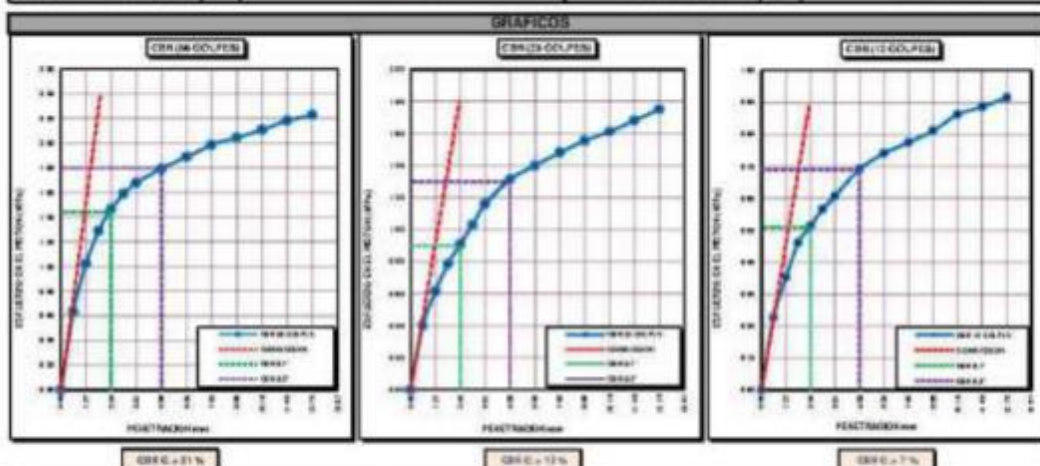
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS ( ASTM D 1883 - 16)

|        |                                                                                                                                |             |                        |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESTES | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVIO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | Registro N° | UIC_MVC-02/22-038-06C  |
|        |                                                                                                                                | Fecha       | 24 de Febrero del 2022 |

| DATOS GENERALES |                                                                                              |               |                                                                          |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA DIV. DESAGUADERO - KELLUYO, KM. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                                                          |
| PROCEDENCIA     | PROG. 16+500                                                                                 | SOLICITANTE   | Bach. S.C. Mary Camila YANA CONDORI                                      |
| CALICATA        | C-02                                                                                         | CONDICIÓN     | SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO                                               |
| MUESTRA         | M-02                                                                                         | MARGEN DE VÍA | DERECHO                                                                  |
| DOSIFICACIÓN    | 2% CEMENTO                                                                                   | COORDENADAS   | ESTE : 475440.81 m. E<br>NORTE : 8152827.65 m. S<br>COTA : 2844 m.s.n.m. |

| DATOS DE LA MUESTRA    |                          | DATOS PARA EL ENSAYO      |                         |
|------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS)   | ML                       | NORMA                     | ASTM D-1557-12a2        |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | A-4 (S)                  | METODO DE ENSAYO          | Método "A"              |
| DESCRIPCIÓN (SUCS)     | limo de baja plasticidad | TIEMPO DE IMERSIÓN        | 4 Días (96 Horas)       |
|                        |                          | PESO UNITARIO SECO        | 17.20 kN/m <sup>3</sup> |
|                        |                          | PESO UNITARIO SECO AL 95% | 16.34 kN/m <sup>3</sup> |
|                        |                          | HUMEDAD ÓPTIMA            | 18.00 %                 |

|                           |   |         |                           |   |         |
|---------------------------|---|---------|---------------------------|---|---------|
| CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" | % | 20.00 % | CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" | % | 17.20 % |
| CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"  | % | 12.50 % | CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"  | % | 12.30 % |



OBSERVACIONES

Los datos y los datos fueron proporcionados por el responsable del estudio

El método de calibración N° LP-122-2021 con fecha 21/12/2021

Ing. Alex Gonzalo GARCÍA GALLA

Ing. Alex Gonzalo GARCÍA GALLA





**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



### LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

|       |                                                                                                                                |             |                        |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESIS | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | Registro N° | UC_MCYC-02/22-059-08C  |
|       |                                                                                                                                | Fecha       | 24 de Febrero del 2022 |

| DATOS GENERALES |                                                                                             |               |                                                                          |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                                                          |
| PROCEDENCIA     | PROG. 16+500                                                                                | SOLICITANTE   | Ing. J.C. Mary Carmen YANA CONDORI                                       |
| CALICATA        | C - 02                                                                                      | CONDICIÓN     | SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO                                               |
| MUESTRA         | M - 02                                                                                      | MARGEN DE VÍA | DERECHO                                                                  |
| DOSIFICACIÓN    | 4% CEMENTO                                                                                  | COORDENADAS   | ESTE : 475440.91 m. E<br>NORTE : 8152827.65 m. S<br>COTA : 3844 m.s.n.m. |

| LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1) |     |         |         |         |  |
|--------------------------------------|-----|---------|---------|---------|--|
| Nº. DE TARA                          | Nº  | LC - 06 | LC - 07 | LC - 08 |  |
| MASA DE LA TARA                      | [g] | 46.83   | 45.95   | 42.95   |  |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO             | [g] | 61.74   | 61.13   | 59.58   |  |
| MASA TARA + SUELO SECO               | [g] | 58.21   | 57.63   | 55.86   |  |
| MASA DE AGUA                         | [g] | 3.53    | 3.50    | 3.72    |  |
| MASA DEL SUELO SECO                  | [g] | 11.38   | 11.68   | 12.81   |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD                 | (%) | 31.0    | 30.0    | 28.8    |  |
| NÚMERO DE GOLPES                     | Nº  | 15      | 25      | 35      |  |

| LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1) |     |         |         |         |  |
|---------------------------------------|-----|---------|---------|---------|--|
| Nº. DE TARA                           |     | LC - 09 | LC - 10 | LC - 11 |  |
| MASA DE LA TARA                       | [g] | 46.39   | 48.02   | 45.79   |  |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO              | [g] | 50.07   | 52.19   | 48.35   |  |
| MASA TARA + SUELO SECO                | [g] | 49.34   | 51.56   | 47.84   |  |
| MASA DE AGUA                          | [g] | 0.73    | 0.63    | 0.51    |  |
| MASA DEL SUELO SECO                   | [g] | 2.95    | 2.54    | 2.05    |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD                  | (%) | 24.7    | 24.8    | 24.9    |  |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA |       |
|----------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO                   | 30.00 |
| LÍMITE PLÁSTICO                  | 25.00 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD            | 5.00  |

| OBSERVACIONES                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|
| LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DE LA INVESTIGACIÓN |

Ing. J.C. Mary Carmen YANA CONDORI  
Ingeniera de Investigación en Geotecnia y Materiales  
G&C GEOTECHNIK

Ing. Alex Luis GONZALEZ CALA  
Ingeniero de Investigación en Geotecnia y Materiales  
G&C GEOTECHNIK



**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56.000 ft-lb/ft<sup>3</sup> (2 700 kN-m/m<sup>3</sup>)) (ASTM D 1557-12e1)

|              |                                                                                                                                |                                            |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <b>TESIS</b> | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | <b>Registro N°</b> : UC_MCYC-02/22-039-G&C |
|              |                                                                                                                                | <b>Fecha</b> : 24 de Febrero del 2022      |

| DATOS GENERALES     |                                                                                               |                      |                                       |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|
| <b>UBICACIÓN</b>    | : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |                      |                                       |
| <b>PROCEDENCIA</b>  | : PROG. 16+500                                                                                | <b>SOLICITANTE</b>   | : Bach. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| <b>CALICATA</b>     | : C - 02                                                                                      | <b>CONDICIÓN</b>     | : SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO          |
| <b>MUESTRA</b>      | : M - 02                                                                                      | <b>MARGEN DE VÍA</b> | : DERECHO                             |
| <b>DOSIFICACIÓN</b> | : 4% CEMENTO                                                                                  | <b>COORDENADAS</b>   |                                       |
|                     |                                                                                               | <b>ESTE</b>          | : 475440.91 m. E                      |
|                     |                                                                                               | <b>NORTE</b>         | : 8152827.65 m. S                     |
|                     |                                                                                               | <b>COTA</b>          | : 3844 m.s.n.m.                       |

| DATOS DE LA MUESTRA           |                            | DATOS DEL ENSAYO         |                               |
|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| <b>CLASIFICACIÓN (SUCS)</b>   | : ML                       | <b>% Ret. Tamiz 3/4"</b> | : METODO DE ENSAYO Método "A" |
| <b>CLASIFICACIÓN (AASHTO)</b> | : A-4 (4)                  | <b>% Ret. Tamiz 3/8"</b> | : No DE CAPAS 05              |
| <b>DESCRIPCIÓN (SUCS)</b>     | : Limo de baja plasticidad | <b>% Ret. Tamiz N°4</b>  | : GOLPES POR CAPA 25          |

| EQUIPO EMPLEADO       |            |                          |                       |
|-----------------------|------------|--------------------------|-----------------------|
| <b>MOLDE No</b>       | : X - 06   | <b>VOLUMEN DEL MOLDE</b> | : 938 cm <sup>3</sup> |
| <b>MASA DEL MOLDE</b> | : 3.681 g. | <b>TIPO DE MARTILLO</b>  | : Manual              |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO |                      |       |       |       |       |
|---------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Masa Suelo Humedo + Molde       | (g)                  | 5547  | 5603  | 5729  | 5698  |
| Masa del Molde                  | (g)                  | 3681  | 3681  | 3681  | 3681  |
| Masa del Suelo Humedo           | (g)                  | 1866  | 1922  | 2048  | 2017  |
| Densidad del Suelo Humedo       | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.985 | 2.113 | 2.183 | 2.150 |

| Capsula No                    | No                   | TP-05  | TP-06  | TP-07  | TP-08  |
|-------------------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|
| Masa de la Capsula            | (g)                  | 57.85  | 58.54  | 57.52  | 51.29  |
| Suelo Humedo + Capsula        | (g)                  | 350.22 | 342.42 | 348.74 | 328.76 |
| Masa del Suelo Seco + Capsula | (g)                  | 316.45 | 304.79 | 306.17 | 285.90 |
| Masa del Agua                 | (g)                  | 33.77  | 37.63  | 42.57  | 42.86  |
| Masa del Suelo Seco           | (g)                  | 258.60 | 246.35 | 248.65 | 224.61 |
| Humedad (%)                   | %                    | 13.06% | 15.28% | 17.12% | 19.06% |
| Promedio de Humedad (%)       | %                    | 13.06% | 15.28% | 17.12% | 19.08% |
| Densidad del Suelo Seco       | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.760  | 1.833  | 1.864  | 1.806  |
| Peso Unitario Seco            | (kN/m <sup>3</sup> ) | 17.26  | 17.97  | 18.28  | 17.71  |

|                            |                    |                           |               |                            |
|----------------------------|--------------------|---------------------------|---------------|----------------------------|
| <b>PROCTOR MODIFICADO</b>  | : ASTM D-1557-12e1 | <b>PESO UNITARIO SECO</b> | : 1.866 gr/cc | : 18.300 kN/m <sup>3</sup> |
| <b>MET. DE PREPARACIÓN</b> | : Húmedo           | <b>HUMEDAD OPTIMA</b>     | : 16.90 %     | : 16.90 %                  |



**OBSERVACIONES**

Las pruebas y datos fueron proporcionados por el responsable del proyecto.

Se realizó la calibración N° 1745-2021 con fecha 20/12/2021.

**Ing. Jhonatan Cordero**  
Ingeniero Civil en Geotecnia y Construcción  
(D.N.I. 37800000)

**Ing. Jhonatan Cordero**  
Ingeniero Civil en Geotecnia y Construcción  
(D.N.I. 37800000)





**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&amp;G GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN E ENSAYO DE MATERIALES



### ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1533 - 16)

[illegible]

0557204CT0000

Proyecto de Ley que modifica la Ley de Impuesto de Renta de las Personas Físicas (LIRPF) en materia de deducciones de los gastos de los hijos a cargo de los contribuyentes.



**BAKKE V. MARYKALONG DRIVE CLAIMS**  
**REDACTED CORPORATION AND INDIVIDUALS**

WILLIAMSON, JAMES. 1963. THE HISTORY OF THE STATE OF NEW YORK, 1614-1784. ALBANY: STATE OF NEW YORK.

*(Signature)*

ING. JENI LAR. GONZALEZ CALA  
ING. DE SISTEMAS DE INFORMACIONES Y COMUNICACIONES





**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



### ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

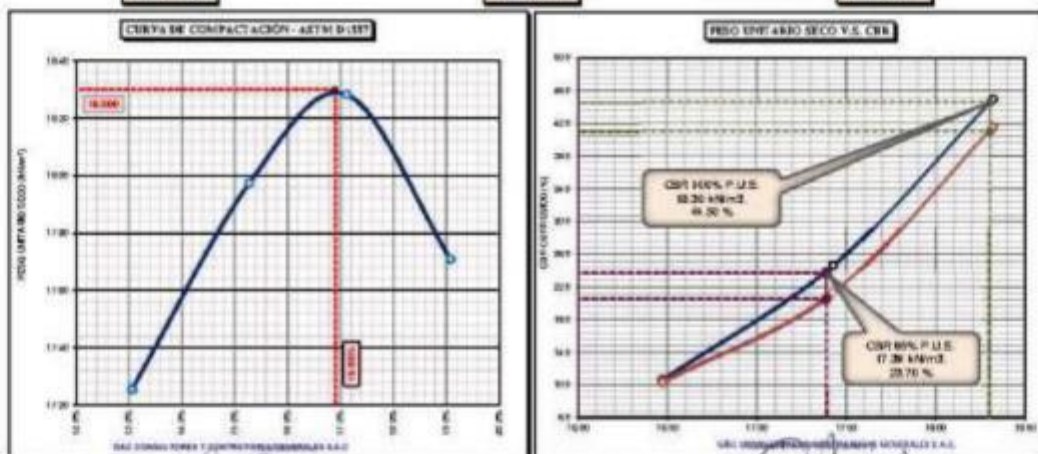
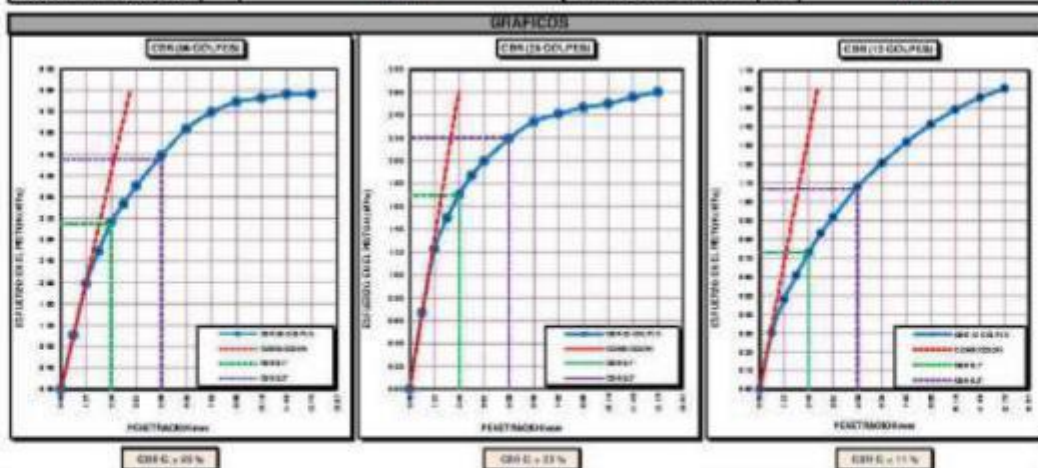
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS ( ASTM D 1557 - 16)

|        |                                                                                                                               |             |                        |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESTES | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | Registro N° | UC_MCYC-02/22-029-B&C  |
|        |                                                                                                                               | Fecha       | 14 de Febrero del 2022 |

| DATOS GENERALES |                                                                                             |               |                                    |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                    |
| PROCEDENCIA     | PROG. 18+500                                                                                | SOLICITANTE   | Bach. I.C. Mary Caman YANA CONDORI |
| CALICATA        | C - 02                                                                                      | CONDICIÓN     | SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO         |
| MUESTRA         | M - 02                                                                                      | MARGEN DE VÍA | DERECHO                            |
| DOSIFICACIÓN    | 4% CEMENTO                                                                                  |               |                                    |

| DATOS DE LA MUESTRA    |                        | DATOS PARA EL ENSAYO      |                         |
|------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS)   | ML                     | NORMA                     | ASTM D-1557-12e3        |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | A-4 (4)                | METODO DE ENSAYO          | Método "A"              |
| DESCRIPCIÓN (SUCS)     | Sueta de tipo plástica | TIEMPO DE INMERSIÓN       | 4 Días (96 Horas)       |
|                        |                        | PESO UNITARIO SECO        | 18.30 kN/m <sup>3</sup> |
|                        |                        | PESO UNITARIO SECO AL 95% | 17.39 kN/m <sup>3</sup> |
|                        |                        | HUMEDAD ÓPTIMA            | 16.90 %                 |

|                           |   |         |                           |   |         |
|---------------------------|---|---------|---------------------------|---|---------|
| CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" | % | 44.50 % | CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" | % | 41.00 % |
| CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"  | % | 23.70 % | CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"  | % | 20.50 % |



OBSERVACIONES: LAS PRUEBAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.  
 Certificado de calibración N° LP-123-2021 con fecha 21/12/2021.  
 Ing. JORGE LUIS GONZALEZ CALVO  
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y MATERIALES  
 CIP: 288176



**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



### LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

|        |                                                                                                                                |                                     |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| TESTES | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | Registro N° : UC_MCYC-02/22-040-08C |
|        |                                                                                                                                | Fecha : 24 de Febrero del 2022      |

| DATOS GENERALES |                                                                                               |               |                                       |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|
| UBICACIÓN       | : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+800 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                       |
| PROCEDENCIA     | : PRD.G. 16+500                                                                               | SOLICITANTE   | : Bach. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | : C - 02                                                                                      | CONDICION     | : SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO          |
| MUESTRA         | : M - 02                                                                                      | MARGEN DE VÍA | : DERECHO                             |
| DOISIFICACION   | : 6% CEMENTO                                                                                  | COORDENADAS   |                                       |
|                 |                                                                                               | ESTE          | : 475440.91 m. E                      |
|                 |                                                                                               | NORTE         | : 8152827.65 m. S                     |
|                 |                                                                                               | COTA          | : 3344 m.s.n.m.                       |

| LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1) |     |         |         |         |  |
|--------------------------------------|-----|---------|---------|---------|--|
| Nº. DE TAPA                          | n°  | LC - F1 | LC - F2 | LC - F3 |  |
| MASA DE LA TAPA                      | [g] | 45.79   | 48.08   | 34.45   |  |
| MASA TAPA + SUELO HUMEDO             | [g] | 60.47   | 64.29   | 53.51   |  |
| MASA TAPA + SUELO SECO               | [g] | 57.08   | 60.62   | 49.33   |  |
| MASA DE AGUA                         | [g] | 3.29    | 3.67    | 4.18    |  |
| MASA DEL SUELO SECO                  | [g] | 11.29   | 12.54   | 14.88   |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD                 | (%) | 30.0    | 29.3    | 28.1    |  |
| NUMERO DE GOLPES                     | n°  | 13      | 26      | 37      |  |

| LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1) |     |         |         |         |  |
|---------------------------------------|-----|---------|---------|---------|--|
| Nº. DE TAPA                           |     | LC - F4 | LC - F5 | LC - F6 |  |
| MASA DE LA TAPA                       | [g] | 45.56   | 46.74   | 46.18   |  |
| MASA TAPA + SUELO HUMEDO              | [g] | 49.07   | 50.51   | 49.82   |  |
| MASA TAPA + SUELO SECO                | [g] | 48.37   | 49.75   | 49.09   |  |
| MASA DE AGUA                          | [g] | 0.70    | 0.76    | 0.73    |  |
| MASA DEL SUELO SECO                   | [g] | 2.81    | 3.01    | 2.91    |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD                  | (%) | 24.9    | 25.2    | 25.1    |  |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA |       |
|----------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO                   | 29.00 |
| LÍMITE PLÁSTICO                  | 25.00 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD            | 4.00  |

BACH. L.C. BARTOLOME PAREY ECARRI  
INGENIERO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES  
DNE - 01067426

| OBSERVACIONES                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.<br>G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. |

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA  
INGENIERO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES  
DNE - 008076





**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lb/ft<sup>3</sup> (2 700 kN-m/m<sup>3</sup>)) (ASTM D 1557-12e1)

|       |                                                                                                                                |                                     |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| TESIS | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVIO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | Registro N° : UC_MOVC-02/22-040-G&C |
|       |                                                                                                                                | Fecha : 24 de Febrero del 2022      |

| DATOS GENERALES |                                                                                               |               |                                       |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|
| UBICACIÓN       | : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                       |
| PROCEDENCIA     | : PROG. 16+500                                                                                | SOLICITANTE   | : Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | : C - 02                                                                                      |               |                                       |
| MUESTRA         | : M - 02                                                                                      | CONDICIÓN     | : SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO          |
| DOSIFICACIÓN    | : 6% CEMENTO                                                                                  | MARGEN DE VÍA | : DERECHO                             |
|                 |                                                                                               | COORDENADAS   |                                       |
|                 |                                                                                               | ESTE          | : 475440.91 m. E                      |
|                 |                                                                                               | NORTE         | : 8152827.65 m. S                     |
|                 |                                                                                               | COTA          | : 3844 m.s.n.m.                       |

| DATOS DE LA MUESTRA    |                            | DATOS DEL ENSAYO  |                               |
|------------------------|----------------------------|-------------------|-------------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS)   | : ML                       | % Ret. Tamiz 3/4" | METODO DE ENSAYO : Método "A" |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-4 (3)                  | % Ret. Tamiz 3/8" | No DE CAPAS : 05              |
| DESCRIPCIÓN (SUCS)     | : Limo de baja plasticidad | % Ret. Tamiz N°4: | GOLPES POR CAPA : 25          |

| EQUIPO EMPLEADO |            |                   |                       |
|-----------------|------------|-------------------|-----------------------|
| MOLDE No        | : X - 06   | VOLUMEN DEL MOLDE | : 938 cm <sup>3</sup> |
| MASA DEL MOLDE  | : 3.681 g. | TIPO DE MARTILLO  | : Manual              |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO |                      |       |       |       |       |
|---------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Masa Suelo Humedo + Molde       | (g)                  | 5292  | 5098  | 5744  | 5684  |
| Masa del Molde                  | (g)                  | 3681  | 3681  | 3681  | 3681  |
| Masa del Suelo Humedo           | (g)                  | 1911  | 2017  | 2063  | 2003  |
| Densidad del Suelo Humedo       | (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.037 | 2.150 | 2.199 | 2.135 |

| Capsula No                    | No                   | TP-09  | TP-10  | TP-11  | TP-12  |
|-------------------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|
| Masa de la Capsula            | (g)                  | 57.73  | 60.46  | 57.38  | 57.88  |
| Suelo Humedo + Capsula        | (g)                  | 428.96 | 369.82 | 419.89 | 418.53 |
| Masa del Suelo Seco + Capsula | (g)                  | 389.92 | 331.16 | 369.00 | 362.87 |
| Masa del Agua                 | (g)                  | 39.94  | 38.66  | 50.89  | 55.66  |
| Masa del Suelo Seco           | (g)                  | 311.19 | 270.70 | 311.62 | 304.99 |
| Humedad (%)                   | %                    | 12.06% | 14.26% | 16.33% | 18.25% |
| Promedio de Humedad (%)       | %                    | 12.06% | 14.26% | 16.33% | 18.25% |
| Densidad del Suelo Seco       | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.818  | 1.882  | 1.891  | 1.806  |
| Peso Unitario Seco            | (kN/m <sup>3</sup> ) | 17.83  | 18.45  | 18.54  | 17.71  |

|                     |                    |                    |               |                            |
|---------------------|--------------------|--------------------|---------------|----------------------------|
| PROCTOR MODIFICADO  | : ASTM D-1557-12e1 | PESO UNITARIO SECO | : 1.897 gr/cc | : 18.600 kN/m <sup>3</sup> |
| MET. DE PREPARACIÓN | : Húmedo           | HUMEDAD OPTIMA     | : 15.60 %     | : 15.60 %                  |



OBSERVACIONES : LAS PRUEBAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL EQUIPO DE TRABAJO.

Se certifica de colaboración N° 17-045-2021 con fecha 25/12/2021

Ing. JUAN CARLOS CORNEJO CALDERA  
Ing. JUAN CARLOS CORNEJO CALDERA  
Ing. JUAN CARLOS CORNEJO CALDERA





**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&amp;C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES



### ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

## STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1583 - 16)

|       |                                                                                                                             |                |                        |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------|
| TESTO | EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESDÉ DESAGUADERO - KILÚYU, PUÑO 2021 | Legislación N° | DE/MCPS-0013-049-G-02  |
|       |                                                                                                                             | Fecha          | 24 de Febrero del 2021 |

| DATOS GENERALES |                                                                                               |               |                                     |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRPETERA Dn. DESAGUADERO - KELLOPO, Km. 16+300 - (7+500, PROVINCIA DE CHUCUITO) - DEP. PUNO |               |                                     |
| PROCEDENCIA     | PROG. 29+500                                                                                  | SOLICITANTE   | Bach. S.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | C - 82                                                                                        | ESTR.         | 14754RD. 51 m. E                    |
| INDUSTRIA       | M - 52                                                                                        | CONDICION     | SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO          |
| POSIFICACION    | 5% CEMENTO                                                                                    | MARGEN DE VÍA | DERECHO                             |
|                 |                                                                                               |               | NOTA 1284 m.a.s.n.m.                |

| DATOS DE LA MUESTRA     |                           | DATOS PARA EL ENSAYO |            |
|-------------------------|---------------------------|----------------------|------------|
| CLASIFICACIÓN (NICK)    | HL                        | METODO DE ENSAYO     | Método "A" |
| CLASIFICACIÓN (ASBESTO) | A-4 [3]                   | TIPO DE MANTILLO     | Resado     |
| DIAGNÓSTICO (CAUSA)     | Linea de baja plasticidad | MET. DE PREPARACIÓN  | Número     |

| MOJES No                  | COLO | A-3         | B-3    | C-3         |        |             |        |
|---------------------------|------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|
| NÚMERO DE CAPAS           | n°   | 5           | 5      | 5           |        |             |        |
| NÚMERO DE GOLPES POR CAPA | n°   | 50          | 35     | 12          |        |             |        |
| N° SOBRECARGA CERCOS      | n°   | 1           | 1      | 3           |        |             |        |
| N° SOBRECARGA ANILAS      | n°   | 1           | 1      | 1           |        |             |        |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | COND | SEM. SUAVES | SUAVES | SEM. SUAVES | SUAVES | SEM. SUAVES | SUAVES |

| REGISTROS Y CALIDAD DEL PEAJO |                   |       |       |       |       |       |
|-------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Masa Suelta Humada + Morde    | [ g ]             | 13076 | 12973 | 13116 | 12261 | 11143 |
| Masa del Molde                | [ g ]             | 6227  | 6227  | 7661  | 7661  | 6765  |
| Masa del Suelo Humedo         | [ g ]             | 4649  | 4746  | 4455  | 4600  | 4378  |
| Volumen del Suelo             | cm <sup>3</sup>   | 2338  | 2338  | 2234  | 2234  | 2133  |
| Densidad del Suelo Humedo     | g/cm <sup>3</sup> | 2.190 | 2.241 | 2.088 | 2.156 | 2.066 |

| Capítulo No.                  | No.               | PC - 13 | PC - 14 | PC - 15 | PC - 16 | PC - 17 | PC - 18 |
|-------------------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Mano de la Capsula            | 1 g               | 85.75   | 85.16   | 84.05   | 85.74   | 85.79   | 82.65   |
| Buena Humedad + Capsula       | 1 g               | 577.89  | 481.79  | 535.57  | 567.85  | 578.41  | 511.40  |
| Mano del Buena Seco + Capsula | 1 g               | 561.48  | 422.35  | 481.80  | 489.79  | 511.58  | 427.48  |
| Mano del Agua                 | 1 g               | 66.45   | 59.44   | 40.67   | 79.34   | 46.83   | 74.12   |
| Mano del Buena Seco           | 1 g               | 425.72  | 337.18  | 437.85  | 434.85  | 429.80  | 354.83  |
| Hule Humedad                  | %                 | 15.68%  | 17.23%  | 15.46%  | 19.32%  | 15.55%  | 20.89%  |
| Procedido de Humedad          | %                 | 15.50%  | 17.23%  | 15.46%  | 19.32%  | 15.55%  | 20.89%  |
| Gravidad del Buena Seco       | g/cm <sup>3</sup> | 1.899   | 1.910   | 1.898   | 1.937   | 1.770   | 1.790   |
| Peso Urbana Seco              | 18/m <sup>2</sup> | 18.921  | 18.729  | 17.798  | 17.718  | 16.710  | 16.760  |

| EXPANSION |      |          |        |           |      |        |           |      |        |           |      |
|-----------|------|----------|--------|-----------|------|--------|-----------|------|--------|-----------|------|
| Notes     | Rate | Term(s)  | Dist   | Expansion |      | Dist   | Expansion |      | Dist   | Expansion |      |
|           |      |          |        | Cost      | %    |        | Cost      | %    |        | Cost      | %    |
|           |      | 0:00:00  | 122.00 | 0.00      | 0.00 | 205.00 | 0.00      | 0.00 | 174.00 | 0.00      | 0.00 |
|           |      | 34:00:00 | 123.00 | 0.01      | 0.01 | 205.00 | 0.01      | 0.01 | 179.00 | 0.05      | 0.04 |
|           |      | 40:00:00 | 127.00 | 0.01      | 0.01 | 204.00 | 0.04      | 0.02 | 170.00 | 0.10      | 0.08 |
|           |      | 70:00:00 | 122.00 | 0.00      | 0.00 | 207.00 | 0.00      | 0.04 | 171.00 | 0.13      | 0.10 |
|           |      | 06:00:00 | 123.00 | 0.03      | 0.00 | 205.00 | 0.00      | 0.00 | 172.00 | 0.10      | 0.00 |

| PENETRACIÓN |       |        |                                    |                                 |          |                   |                                 |          |                   |                                 |          |                   |       |      |       |
|-------------|-------|--------|------------------------------------|---------------------------------|----------|-------------------|---------------------------------|----------|-------------------|---------------------------------|----------|-------------------|-------|------|-------|
| PENETRACIÓN |       | Tiempo | Carga Standard<br>kg./Pulg. / lib. | WOLFF No. 1                     |          |                   | WOLFF No. 2                     |          |                   | WOLFF No. 3                     |          |                   |       |      |       |
| Hora        | Min.  |        |                                    | ESTRUC. No.<br>kg./Pulg. / lib. | W. No. 1 | C.B. Carr. (lib.) | ESTRUC. No.<br>kg./Pulg. / lib. | W. No. 2 | C.B. Carr. (lib.) | ESTRUC. No.<br>kg./Pulg. / lib. | W. No. 3 | C.B. Carr. (lib.) |       |      |       |
| 0.00        | 0     | 00:00  |                                    | 0.0                             | 0.00     | 0.00              | 0.0                             | 0.00     | 0.00              | 0.0                             | 0.00     | 0.00              |       |      |       |
| 0.03        | 0.025 | 00:30  |                                    | 404.2                           | 71.92    | 2.35              | 227.0                           | 11.70    | 1.15              | 83.9                            | 4.30     | 0.42              |       |      |       |
| 1.27        | 0.050 | 01:00  |                                    | 903.6                           | 44.79    | 4.58              | 437.4                           | 10.80    | 3.20              | 164.0                           | 8.40     | 0.83              |       |      |       |
| 1.90        | 0.075 | 01:30  |                                    | 1218.1                          | 92.90    | 8.67              | 560.2                           | 29.41    | 2.00              | 216.6                           | 11.18    | 1.10              |       |      |       |
| 2.54        | 0.100 | 02:00  | 70.91<br>/ 9.9                     | 1429.5                          | 73.88    | 7.25              | 104.35                          | 400.0    | 32.72             | 3.21                            | 46.53    | 204.8             | 13.17 | 1.39 | 18.70 |
| 3.17        | 0.125 | 02:30  |                                    | 1326.8                          | 78.42    | 7.79              |                                 | 682.1    | 30.25             | 3.46                            |          | 294.3             | 14.69 | 1.44 |       |
| 3.81        | 0.150 | 03:00  |                                    | 1819.8                          | 83.93    | 8.20              |                                 | 728.4    | 37.64             | 3.68                            |          | 387.3             | 15.88 | 1.56 |       |
| 5.08        | 0.200 | 04:00  | 105.46<br>/ 13.33                  | 1714.5                          | 88.40    | 8.49              | 80.06                           | 775.0    | 43.18             | 3.50                            | 37.07    | 342.5             | 17.76 | 1.74 | 18.80 |
| 6.25        | 0.250 | 05:00  |                                    | 1779.7                          | 91.91    | 8.87              |                                 | 813.4    | 42.80             | 4.12                            |          | 267.4             | 18.99 | 1.88 |       |
| 7.62        | 0.300 | 06:00  |                                    | 1926.2                          | 94.38    | 9.38              |                                 | 844.5    | 43.70             | 4.25                            |          | 388.0             | 20.04 | 1.97 |       |
| 8.09        | 0.350 | 07:00  |                                    | 1967.4                          | 96.50    | 9.46              |                                 | 843.7    | 44.62             | 4.36                            |          | 411.5             | 21.27 | 2.09 |       |
| 10.16       | 0.400 | 08:00  |                                    | 1912.2                          | 98.82    | 9.49              |                                 | 879.1    | 45.82             | 4.46                            |          | 423.5             | 21.85 | 2.15 |       |
| 11.43       | 0.450 | 09:00  |                                    | 1944.1                          | 101.50   | 9.80              |                                 | 904.3    | 46.70             | 4.58                            |          | 442.6             | 22.07 | 2.26 |       |
| 13.70       | 0.500 | 10:00  |                                    | 1999.8                          | 102.34   | 10.13             |                                 | 945.0    | 48.02             | 4.77                            |          | 455.6             | 22.55 | 2.31 |       |

公報編號: 2023-08-01

Primo del 50, la riduzione di alcune figure, peraltro in forma "COSA TIPO 2".

© 2008 by The McGraw-Hill Companies, Inc.

**DATE OF BIRTH/DEATH (DD/MM/YY)**  
**(PLEASE PRINT/TYPE IN BLOCK CAPITALS)**

THE COMPANY HAS A COMMITMENT TO THE ENVIRONMENT

  
 MIGUEL ANGEL GONZALEZ  
 (408) 252-1234



**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



### ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

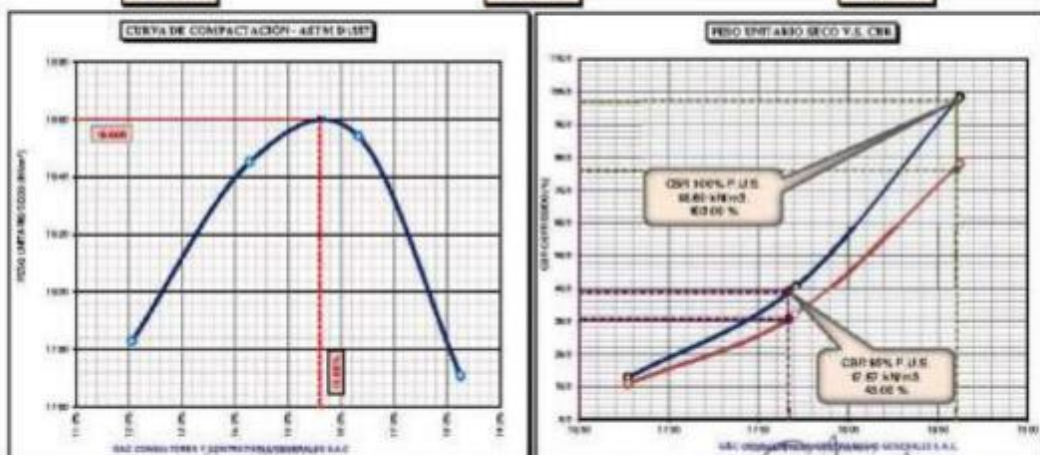
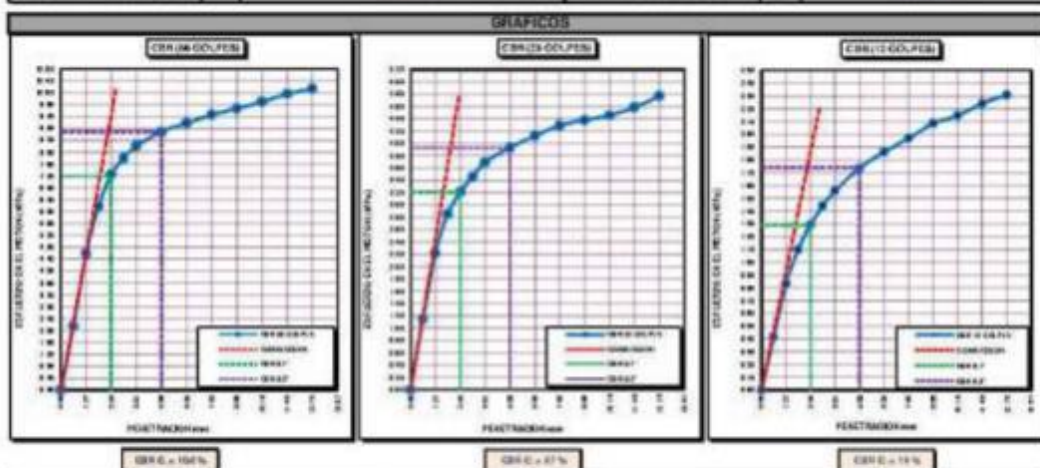
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS ( ASTM D 1883 - 16)

|        |                                                                                                                                                                   |             |                        |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESTES | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVIO DESAGUADERO - KELLUO, KM. 16+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEF, PUNO | Registro N° | U/C_MVC-02/22-040-06C  |
|        |                                                                                                                                                                   | Fecha       | 24 de Febrero del 2022 |

| DATOS GENERALES |                                                                                   |               |                                                                         |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUO, KM. 16+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEF, PUNO |               |                                                                         |
| PROCEDENCIA     | PROG. 16+500                                                                      | SOLICITANTE   | Bach. S.C. Mary Camila YANA CONDORI                                     |
| CALICATA        | C-02                                                                              | CONDICIÓN     | SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO                                              |
| MUESTRA         | M-02                                                                              | MARGEN DE VÍA | DERECHO                                                                 |
| DOSIFICACIÓN    | 6% CEMENTO                                                                        | COORDENADAS   | ESTE : 475440.81 m. E<br>NORTE : 815282.65 m. S<br>COTA : 2844 m.s.n.m. |

| DATOS DE LA MUESTRA    |                          | DATOS PARA EL ENSAYO      |                         |
|------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS)   | ML                       | NORMA                     | ASTM D-1557-12a2        |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | A-4 (3)                  | METODO DE ENSAYO          | Método "A"              |
| DESCRIPCIÓN (SUCS)     | limo de baja plasticidad | TIEMPO DE INMERSIÓN       | 4 Días (96 Horas)       |
|                        |                          | PESO UNITARIO SECO        | 15.60 kN/m <sup>3</sup> |
|                        |                          | PESO UNITARIO SECO AL 95% | 17.67 kN/m <sup>3</sup> |
|                        |                          | HUMEDAD ÓPTIMA            | 15.60 %                 |

|                           |   |          |                           |   |         |
|---------------------------|---|----------|---------------------------|---|---------|
| CBR (100% DE H.D.S.) 0.1" | % | 103.00 % | CBR (100% DE H.D.S.) 0.2" | % | 82.00 % |
| CBR (95% DE H.D.S.) 0.1"  | % | 45.00 %  | CBR (95% DE H.D.S.) 0.2"  | % | 36.50 % |



OBSERVACIONES: LAS INVESTIGACIONES Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ENTIDAD  
 Certificado de calibración N° LP-122-2021 con fecha 21/12/2021

Ing. J.C. NAVARRO GARCIA  
 TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y MATERIALES  
 CIP: 200004

Ing. ALAN GONZALEZ GALLA  
 ING. DE INVESTIGACION EN MATERIALES Y MATERIALES  
 CIP: 200176





**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



### LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

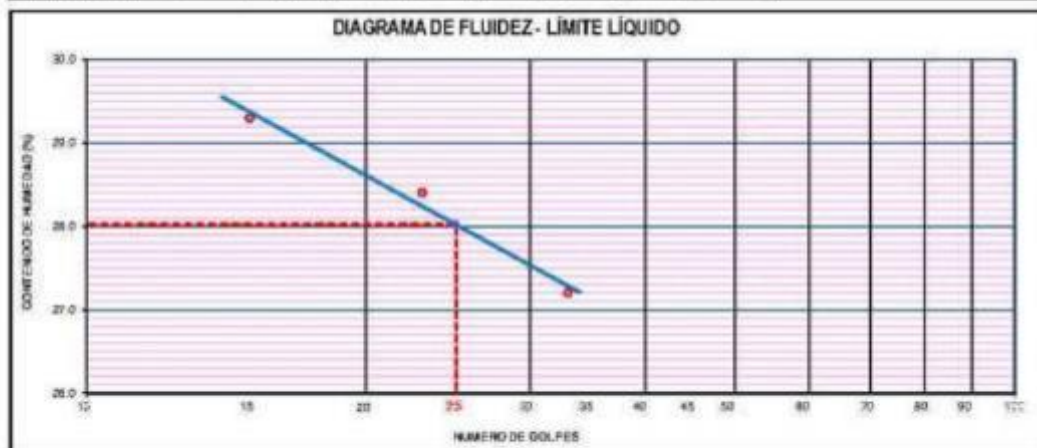
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

|       |                                                                                                                                |             |                        |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESIS | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | Registro N° | UC_MCYC-02/22-043-08C  |
|       |                                                                                                                                | Fecha       | 24 de Febrero del 2022 |

| DATOS GENERALES |                                                                                              |               |                                    |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA Div. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                    |
| PROCEDENCIA     | PROG. 16+500                                                                                 | SOLICITANTE   | Ing. J.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | C - 02                                                                                       | CONDICIÓN     | SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO         |
| MUESTRA         | M - 02                                                                                       | MARGEN DE VÍA | DERECHO                            |
| ODSIFICACIÓN    | 8% CEMENTO                                                                                   |               |                                    |
|                 |                                                                                              | COORDENADAS   |                                    |
|                 |                                                                                              | ESTE          | 475440.01 m. E                     |
|                 |                                                                                              | NORTE         | 8152827.65 m. S                    |
|                 |                                                                                              | COTA          | 3844 m.s.n.m.                      |

| LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1) |     |         |         |         |  |
|--------------------------------------|-----|---------|---------|---------|--|
| Nº. DE TARA                          | Nº  | LC - 16 | LC - 17 | LC - 18 |  |
| MASA DE LA TARA                      | [g] | 46.18   | 46.11   | 45.5    |  |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO             | [g] | 62.07   | 59.18   | 64.94   |  |
| MASA TARA + SUELO SECO               | [g] | 59.24   | 56.29   | 60.07   |  |
| MASA DE AGUA                         | [g] | 2.83    | 2.89    | 3.97    |  |
| MASA DEL SUELO SECO                  | [g] | 13.06   | 10.18   | 14.57   |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD                 | (%) | 29.3    | 28.4    | 27.2    |  |
| NÚMERO DE GOLPES                     | Nº  | 15      | 25      | 33      |  |

| LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1) |     |         |         |         |  |
|---------------------------------------|-----|---------|---------|---------|--|
| Nº. DE TARA                           |     | LC - 19 | LC - 20 | LC - 21 |  |
| MASA DE LA TARA                       | [g] | 45.66   | 45.47   | 47.34   |  |
| MASA TARA + SUELO HUMEDO              | [g] | 48.24   | 48.36   | 49.98   |  |
| MASA TARA + SUELO SECO                | [g] | 47.72   | 47.80   | 49.45   |  |
| MASA DE AGUA                          | [g] | 0.52    | 0.58    | 0.53    |  |
| MASA DEL SUELO SECO                   | [g] | 2.06    | 2.33    | 2.11    |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD                  | (%) | 25.2    | 24.9    | 25.1    |  |



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA |       |
|----------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO                   | 28.00 |
| LÍMITE PLÁSTICO                  | 25.00 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD            | 3.00  |

| OBSERVACIONES                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------|
| LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO |

*[Firma]*  
ING. J.C. MARY CARMEN YANA CONDORI  
GERENTE GENERAL DE G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*[Firma]*  
ING. ANDRÉS LUIS GOMARZ GALLA  
COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES  
G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.





**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lb/ft<sup>3</sup> (2 700 kN-m/m<sup>3</sup>)) (ASTM D 1557-12e1)

|       |                                                                                                                                |                                     |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| TESIS | EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | Registro N° : UC_MOVC-02/22-041-G&C |
|       |                                                                                                                                | Fecha : 24 de Febrero del 2022      |

| DATOS GENERALES |                                                                                               |               |                                       |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|
| UBICACIÓN       | : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                       |
| PROCEDENCIA     | : PROG. 16+500                                                                                | SOLICITANTE   | : Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI |
| CALICATA        | : C - 02                                                                                      |               |                                       |
| MUESTRA         | : M - 02                                                                                      | CONDICIÓN     | : SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO          |
| DOSIFICACIÓN    | : 0% CEMENTO                                                                                  | MARGEN DE VÍA | : DERECHO                             |
|                 |                                                                                               | COORDENADAS   |                                       |
|                 |                                                                                               | ESTE          | : 475440.91 m. E                      |
|                 |                                                                                               | NORTE         | : 8152827.65 m. S                     |
|                 |                                                                                               | COTA          | : 3844 m.s.n.m.                       |

| DATOS DE LA MUESTRA    |                            | DATOS DEL ENSAYO  |                  |
|------------------------|----------------------------|-------------------|------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS)   | : ML                       | % Ret. Tamiz 3/4" | METODO DE ENSAYO |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | : A-4 (2)                  | % Ret. Tamiz 3/8" | Método "A"       |
| DESCRIPCIÓN (SUCS)     | : Limo de baja plasticidad | % Ret. Tamiz N°4  | No DE CAPAS      |
|                        |                            |                   | GOLPES POR CAPA  |
|                        |                            |                   | 25               |

| EQUIPO EMPLEADO |          |                   |                     |
|-----------------|----------|-------------------|---------------------|
| MOLDE No        | X - 06   | VOLUMEN DEL MOLDE | 938 cm <sup>3</sup> |
| MASA DEL MOLDE  | 3,681 g. | TIPO DE MARTILLO  | Manual              |

| REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO |                      |       |       |       |       |
|---------------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Masa Suelo Humedo + Molde       | (g)                  | 5591  | 5656  | 5704  | 5655  |
| Masa del Molde                  | (g)                  | 3681  | 3681  | 3681  | 3681  |
| Masa del Suelo Humedo           | (g)                  | 1910  | 1975  | 2023  | 1974  |
| Densidad del Suelo Humedo       | (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.036 | 2.106 | 2.157 | 2.104 |

| Capsula No                    | No                   | TP-13  | TP-14  | TP-15  | TP-16  |
|-------------------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|
| Masa de la Capsula            | (g)                  | 61.15  | 60.30  | 58.22  | 57.79  |
| Suelo Humedo + Capsula        | (g)                  | 390.92 | 330.54 | 308.93 | 428.93 |
| Masa del Suelo Seco + Capsula | (g)                  | 362.23 | 302.54 | 279.13 | 377.85 |
| Masa del Agua                 | (g)                  | 28.69  | 28.00  | 29.80  | 51.08  |
| Masa del Suelo Seco           | (g)                  | 301.08 | 242.34 | 220.91 | 320.06 |
| Humedad (%)                   | %                    | 9.53%  | 11.56% | 13.49% | 15.96% |
| Promedio de Humedad (%)       | %                    | 9.53%  | 11.56% | 13.49% | 15.96% |
| Densidad del Suelo Seco       | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.859  | 1.887  | 1.900  | 1.815  |
| Peso Unitario Seco            | (kN/m <sup>3</sup> ) | 18.23  | 18.51  | 18.64  | 17.80  |

|                     |                    |                    |             |                          |
|---------------------|--------------------|--------------------|-------------|--------------------------|
| PROCTOR MODIFICADO  | : ASTM D-1557-12e1 | PESO UNITARIO SECO | 1.906 gr/cc | 18.690 kN/m <sup>3</sup> |
| MET. DE PREPARACIÓN | : Húmedo           | HUMEDAD OPTIMA     | 13.00 %     | 13.00 %                  |



OBSERVACIONES: LOS REGISTROS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL EQUIPO DE TRABAJO.

Se certifica la colaboración N° 13-045-2021 con fecha 25/02/2021

Ing. JUAN CARLOS CORNEJO CALDERA

Ing. JUAN CARLOS CORNEJO CALDERA



### G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



## ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

|                                                                                                                                                                                                                                      |         |                                                                                                                                                                                                                                         |             |             |             |             |             |             |             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>TESIS</b><br>EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLY, PUNO 2021                                                                                          |         | Página N° : 01-MTC-0013-00-G&C<br>Fecha : 10 de Febrero del 2021                                                                                                                                                                        |             |             |             |             |             |             |             |
| <b>DATOS GENERALES</b><br>UBICACIÓN : CARRETERA D.V. DESAGUADERO - KELLY, KM. 14+500 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO<br>PROCEDENCIA : PROG. 18+500<br>CALICATA : C - 02<br>MUESTRA : M - 02<br>DOSIFICACIÓN : 8% CEMENTO |         |                                                                                                                                                                                                                                         |             |             |             |             |             |             |             |
| <b>DATOS DE LA MUESTRA</b><br>CLASIFICACIÓN (SUCS) : WL<br>CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-4 (2)<br>DESCRIPCIÓN (SUCS) : Lino de baja plasticidad                                                                                         |         | <b>DATOS PARA EL ENSAYO</b><br>MÉTODO DE ENSAYO : Método "A"<br>PESO UNITARIO SUELO : 18.02 (kg/m³)<br>HUMEDAD ÓPTIMA : 11.00 %<br>TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 horas)<br>TIPO DE MARTILLO : Manual<br>MÓD. DE PREPARACIÓN : Manual |             |             |             |             |             |             |             |
| MOLDE No : 0010<br>NÚMERO DE CAPAS : 5<br>NÚMERO DE GOLPES POR CAPA : 50<br>N° SOBRECARGA CIRCULAR : 1<br>N° SOBRECARGA ANGULAR : 1<br>CONDICIONES DE LA MUESTRA : CBR                                                               |         | SEN SUMERGIDO : SUMERGIDO<br>SEN SUMERGIDO : SUMERGIDO<br>SEN SUMERGIDO : SUMERGIDO<br>SEN SUMERGIDO : SUMERGIDO<br>SEN SUMERGIDO : SUMERGIDO                                                                                           |             |             |             |             |             |             |             |
| <b>RESULTADOS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO</b>                                                                                                                                                                                              |         |                                                                                                                                                                                                                                         |             |             |             |             |             |             |             |
| Masa Suelo Humedo + Molde                                                                                                                                                                                                            |         | 11911                                                                                                                                                                                                                                   |             |             |             |             |             |             |             |
| Masa del Molde                                                                                                                                                                                                                       |         | 7201                                                                                                                                                                                                                                    |             |             |             |             |             |             |             |
| Masa del Suelo Humedo                                                                                                                                                                                                                |         | 4710                                                                                                                                                                                                                                    |             |             |             |             |             |             |             |
| Volumen del Suelo                                                                                                                                                                                                                    |         | 26.10                                                                                                                                                                                                                                   |             |             |             |             |             |             |             |
| Densidad del Suelo Humedo                                                                                                                                                                                                            |         | 180.10                                                                                                                                                                                                                                  |             |             |             |             |             |             |             |
| Capítulo No                                                                                                                                                                                                                          |         | PC - 20                                                                                                                                                                                                                                 |             |             |             |             |             |             |             |
| Masa de la Capa                                                                                                                                                                                                                      |         | 83.50                                                                                                                                                                                                                                   |             |             |             |             |             |             |             |
| Suelo Humedo + Capítulo                                                                                                                                                                                                              |         | 514.70                                                                                                                                                                                                                                  |             |             |             |             |             |             |             |
| Masa del Suelo Seco + Capítulo                                                                                                                                                                                                       |         | 505.07                                                                                                                                                                                                                                  |             |             |             |             |             |             |             |
| Masa del Agua                                                                                                                                                                                                                        |         | 76.46                                                                                                                                                                                                                                   |             |             |             |             |             |             |             |
| Masa del Suelo Seco                                                                                                                                                                                                                  |         | 428.57                                                                                                                                                                                                                                  |             |             |             |             |             |             |             |
| Humedad                                                                                                                                                                                                                              |         | 17.86%                                                                                                                                                                                                                                  |             |             |             |             |             |             |             |
| Porcentaje de Humedad                                                                                                                                                                                                                |         | 17.86%                                                                                                                                                                                                                                  |             |             |             |             |             |             |             |
| Densidad del Suelo Seco                                                                                                                                                                                                              |         | 15.71                                                                                                                                                                                                                                   |             |             |             |             |             |             |             |
| Peso Unitario Seco                                                                                                                                                                                                                   |         | 15.71                                                                                                                                                                                                                                   |             |             |             |             |             |             |             |
| <b>EXPANSIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                     |         |                                                                                                                                                                                                                                         |             |             |             |             |             |             |             |
| Fecha                                                                                                                                                                                                                                | Hora    | Temperatura                                                                                                                                                                                                                             | Diámetro    | Temperatura | Diámetro    | Temperatura | Diámetro    | Temperatura | Diámetro    |
|                                                                                                                                                                                                                                      |         | 0.00:00                                                                                                                                                                                                                                 | 254.50      | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        | 0.00        |
|                                                                                                                                                                                                                                      |         | 04:00:00                                                                                                                                                                                                                                | 254.50      | 0.01        | 0.01        | 0.01        | 0.01        | 0.01        | 0.01        |
|                                                                                                                                                                                                                                      |         | 08:00:00                                                                                                                                                                                                                                | 254.50      | 0.01        | 0.01        | 0.01        | 0.01        | 0.01        | 0.01        |
|                                                                                                                                                                                                                                      |         | 12:00:00                                                                                                                                                                                                                                | 254.50      | 0.01        | 0.01        | 0.01        | 0.01        | 0.01        | 0.01        |
|                                                                                                                                                                                                                                      |         | 16:00:00                                                                                                                                                                                                                                | 254.50      | 0.01        | 0.01        | 0.01        | 0.01        | 0.01        | 0.01        |
| <b>PENETRACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                                   |         |                                                                                                                                                                                                                                         |             |             |             |             |             |             |             |
| Horas                                                                                                                                                                                                                                | Minutos | Segundos                                                                                                                                                                                                                                | Temperatura | Diámetro    | Temperatura | Diámetro    | Temperatura | Diámetro    | Temperatura |
| 0.00                                                                                                                                                                                                                                 | 0       | 00:00                                                                                                                                                                                                                                   | 0.0         | 0.00        | 0.0         | 0.00        | 0.0         | 0.00        | 0.00        |
| 0.03                                                                                                                                                                                                                                 | 0.075   | 00:30                                                                                                                                                                                                                                   | 295.6       | 15.48       | 1.02        | 280.5       | 15.77       | 1.04        | 113.8       |
| 1.27                                                                                                                                                                                                                                 | 0.050   | 01:00                                                                                                                                                                                                                                   | 604.7       | 21.84       | 3.20        | 587.5       | 20.25       | 2.98        | 170.4       |
| 1.00                                                                                                                                                                                                                                 | 0.075   | 01:30                                                                                                                                                                                                                                   | 976.9       | 30.49       | 4.30        | 989.6       | 29.60       | 2.49        | 212.3       |
| 2.54                                                                                                                                                                                                                                 | 0.100   | 02:00                                                                                                                                                                                                                                   | 1262.8      | 42.23       | 6.40        | 1262.8      | 38.20       | 3.85        | 240.4       |
| 3.17                                                                                                                                                                                                                                 | 0.125   | 02:30                                                                                                                                                                                                                                   | 1455.9      | 54.90       | 7.30        | 1455.9      | 42.40       | 4.17        | 280.4       |
| 3.81                                                                                                                                                                                                                                 | 0.150   | 03:00                                                                                                                                                                                                                                   | 1595.4      | 62.40       | 8.00        | 1595.4      | 44.85       | 4.42        | 278.0       |
| 5.00                                                                                                                                                                                                                                 | 0.200   | 04:00                                                                                                                                                                                                                                   | 1822.2      | 94.17       | 9.24        | 1822.2      | 48.25       | 4.74        | 389.6       |
| 6.35                                                                                                                                                                                                                                 | 0.250   | 05:00                                                                                                                                                                                                                                   | 2009.9      | 103.87      | 10.10       | 2009.9      | 51.43       | 5.04        | 327.4       |
| 7.02                                                                                                                                                                                                                                 | 0.300   | 06:00                                                                                                                                                                                                                                   | 2163.3      | 111.80      | 10.90       | 2163.3      | 54.47       | 5.24        | 345.8       |
| 8.00                                                                                                                                                                                                                                 | 0.350   | 07:00                                                                                                                                                                                                                                   | 2299.6      | 118.33      | 11.40       | 2299.6      | 56.84       | 5.57        | 369.4       |
| 10.16                                                                                                                                                                                                                                | 0.400   | 08:00                                                                                                                                                                                                                                   | 2404.1      | 124.24      | 12.10       | 2404.1      | 58.50       | 5.74        | 405.3       |
| 11.43                                                                                                                                                                                                                                | 0.450   | 09:00                                                                                                                                                                                                                                   | 2507.5      | 128.49      | 12.80       | 2507.5      | 59.90       | 5.87        | 417.8       |
| 13.70                                                                                                                                                                                                                                | 0.500   | 10:00                                                                                                                                                                                                                                   | 2609.7      | 134.87      | 13.20       | 2609.7      | 60.88       | 5.97        | 454.3       |

OBSERVACIONES :  
 Se corrigió el peso de la muestra de suelo dispersivo por el responsable del estudio.  
 Firmado por el responsable del estudio: [Firma]  
 Firmado por el responsable del estudio: [Firma]





**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



### ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

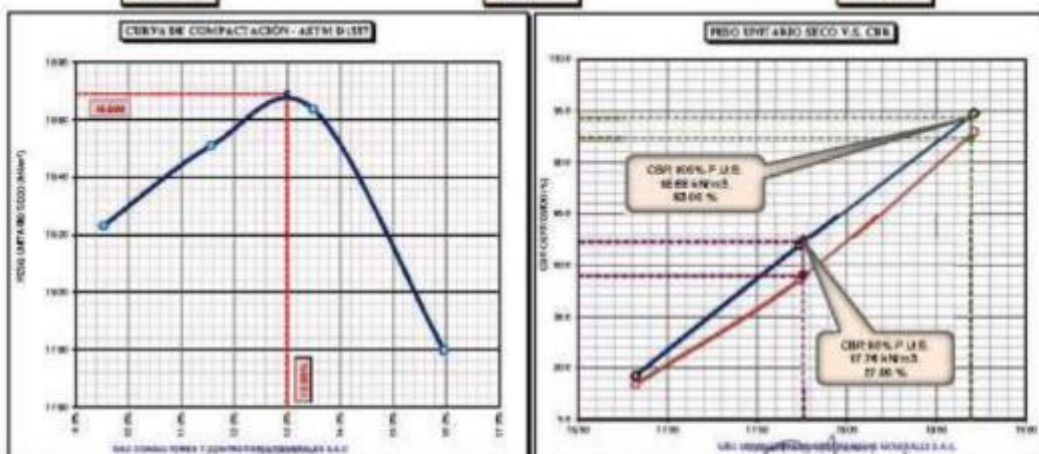
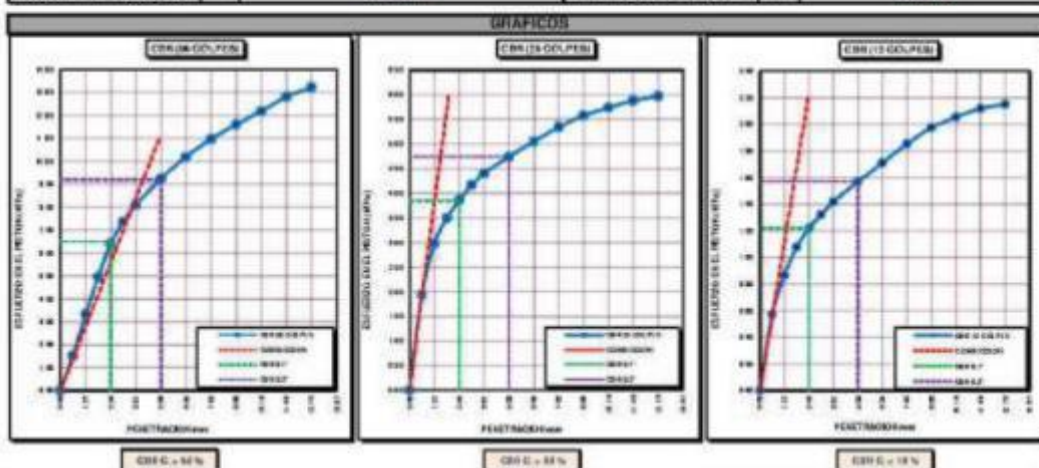
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS ( ASTM D 1883 - 16)

|        |                                                                                                                               |             |                        |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------|
| TESTES | EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVIO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021 | Registro N° | UC_MCYC-02/22-041-G&C  |
|        |                                                                                                                               | Fecha       | 14 de Febrero del 2022 |

| DATOS GENERALES |                                                                                              |               |                                                                         |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------|
| UBICACIÓN       | CARRETERA D.V. DESAGUADERO - KELLUYO, KM. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO |               |                                                                         |
| PROCEDENCIA     | PROG. 16+500                                                                                 | SOLICITANTE   | Bach. J.C. Mary Caman YANA CONDORI                                      |
| CALICATA        | C - 02                                                                                       | CONDICIÓN     | SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO                                              |
| MUESTRA         | M - 02                                                                                       | MARGEN DE VÍA | DERECHO                                                                 |
| DOSIFICACIÓN    | 0% CEMENTO                                                                                   | COORDENADAS   | ESTE : 475440.91 m. E<br>NORTE : 815282.65 m. N<br>COTA : 2844 m.s.n.m. |

| DATOS DE LA MUESTRA    |                           | DATOS PARA EL ENSAYO      |                         |
|------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
| CLASIFICACIÓN (SUCS)   | ML                        | NORMA                     | ASTM D-1557-12e3        |
| CLASIFICACIÓN (AASHTO) | A-4 (2)                   | PESO UNITARIO SECO        | 18.69 kg/m <sup>3</sup> |
| DESCRIPCIÓN (SUCS)     | Sueta de baja plasticidad | METODO DE ENSAYO          | Método "A"              |
|                        |                           | PESO UNITARIO SECO AL 95% | 17.75 kg/m <sup>3</sup> |
|                        |                           | TIEMPO DE INMERSIÓN       | 4 Días (96 Horas)       |
|                        |                           | HUMEDAD ÓPTIMA            | 13.00 %                 |

|                             |   |         |                             |   |         |
|-----------------------------|---|---------|-----------------------------|---|---------|
| CBR [ 100% DE M.D.S. ] 0.1" | % | 93.00 % | CBR [ 100% DE M.D.S. ] 0.2" | % | 87.00 % |
| CBR [ 95% DE M.D.S. ] 0.1"  | % | 57.00 % | CBR [ 95% DE M.D.S. ] 0.2"  | % | 47.00 % |



**OBSERVACIONES**

Los datos y resultados fueron proporcionados por el responsable del estudio.

Calificación de calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

Ing. Jhon Lina Gomez Cajas

Ing. Jhon Lina Gomez Cajas





| UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ |                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ficha de recolección de datos               |                                                                                                                                           |
| Tesis:                                      | ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024 |
| Tesista:                                    | Bach. EDWIN RONAL CONDORI MAMANI                                                                                                          |
| Asesor:                                     | Dr. EFRAIN PARILLO SOSA                                                                                                                   |

|                        |                                                                                                                                      |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Título:                | ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL 10+000 DE LA CARRETERA PUNO – MAÑAZO |
| Código:                | E-03                                                                                                                                 |
| Ubicación:             | Yaurilla-Ica                                                                                                                         |
| Agente Estabilizador   | Cenizas volantes                                                                                                                     |
| Tipo de Estabilización | Química tradicional                                                                                                                  |

| Muestra                               | Limite Liquido (%) | Limite Plástico (%) | Índice de Plasticidad (%) | Contenido Optimo de Humedad (%) | Máxima Densidad Seca (gr/cm3) | CBR 0.1" al 100% |
|---------------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------|
| Sin adición                           | 39.77              | 25.88               | 13.89                     | 15.45                           | 1.68                          | 16.2             |
| Con adición de Cenizas Volantes (15%) | 38.49              | 25.65               | 12.84                     | 22.12                           | 1.71                          | 40.88            |

| Autor                                    | Asesor  |
|------------------------------------------|---------|
| Firma:                                   | Firma:  |
| Nombre: Bach. EDWIN RONAL CONDORI MAMANI | Nombre: |



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL ALTIPLANO  
Repositorio Institucional

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELO CON CAL PARA EL  
MEJORAMIENTO DE SUB BASE DEL TRAMO KM 08+000 AL  
10+000 DE LA CARRETERA PUNO – MAÑAZO**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. JUAN VLADIMIR LIVISE BERRIO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**PUNO – PERÚ**

**2023**

[repositorio.unap.edu.pe](http://repositorio.unap.edu.pe)  
No olvide citar adecuadamente esta tesis



| UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ |                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ficha de recolección de datos               |                                                                                                                                           |
| Tesis:                                      | ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024 |
| Tesista:                                    | Bach. EDWIN RONAL CONDORI MAMANI                                                                                                          |
| Asesor:                                     | Dr. EFRAIN PARILLO SOSA                                                                                                                   |

|                        |                                                                                                                                                |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Título:                | Estabilización de subrasantes de caminos vecinales en zonas tropicales con cenizas de malezas y cal, carretera Sandia-Alto Inambari, Puno 2022 |
| Código:                | E-04                                                                                                                                           |
| Ubicación:             | Sandia-Puno                                                                                                                                    |
| Agente Estabilizador   | Cenizas de malezas y cal                                                                                                                       |
| Tipo de Estabilización | Química tradicional                                                                                                                            |

| Muestra                                         | Limite Líquido (%) | Limite Plástico (%) | Índice de Plasticidad (%) | Contenido Optimo de Humedad (%) | Máxima Densidad Seca (gr/cm3) | CBR 0.1" al 100% |
|-------------------------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------|
| Sin adición                                     | 45.81              | 20.34               | 25.47                     | 18.18                           | 1.61                          | 2.85             |
| Con adición de Cenizas de Maleza y Cal (8%+25%) | 20.34              | 27.28               | 6.94                      | 23.7                            | 1.67                          | 10.57            |

| Autor                                    | Supervisor |
|------------------------------------------|------------|
| Firma:                                   | Firma:     |
| Nombre: Bach. EDWIN RONAL CONDORI MAMANI | Nombre:    |





**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Estabilización de subrasantes de caminos  
vecinales en zonas tropicales con cenizas de  
malezas y cal, carretera Sandia-Alto Inambari,  
Puno 2022**

Sherley Needa Maraza Lipa

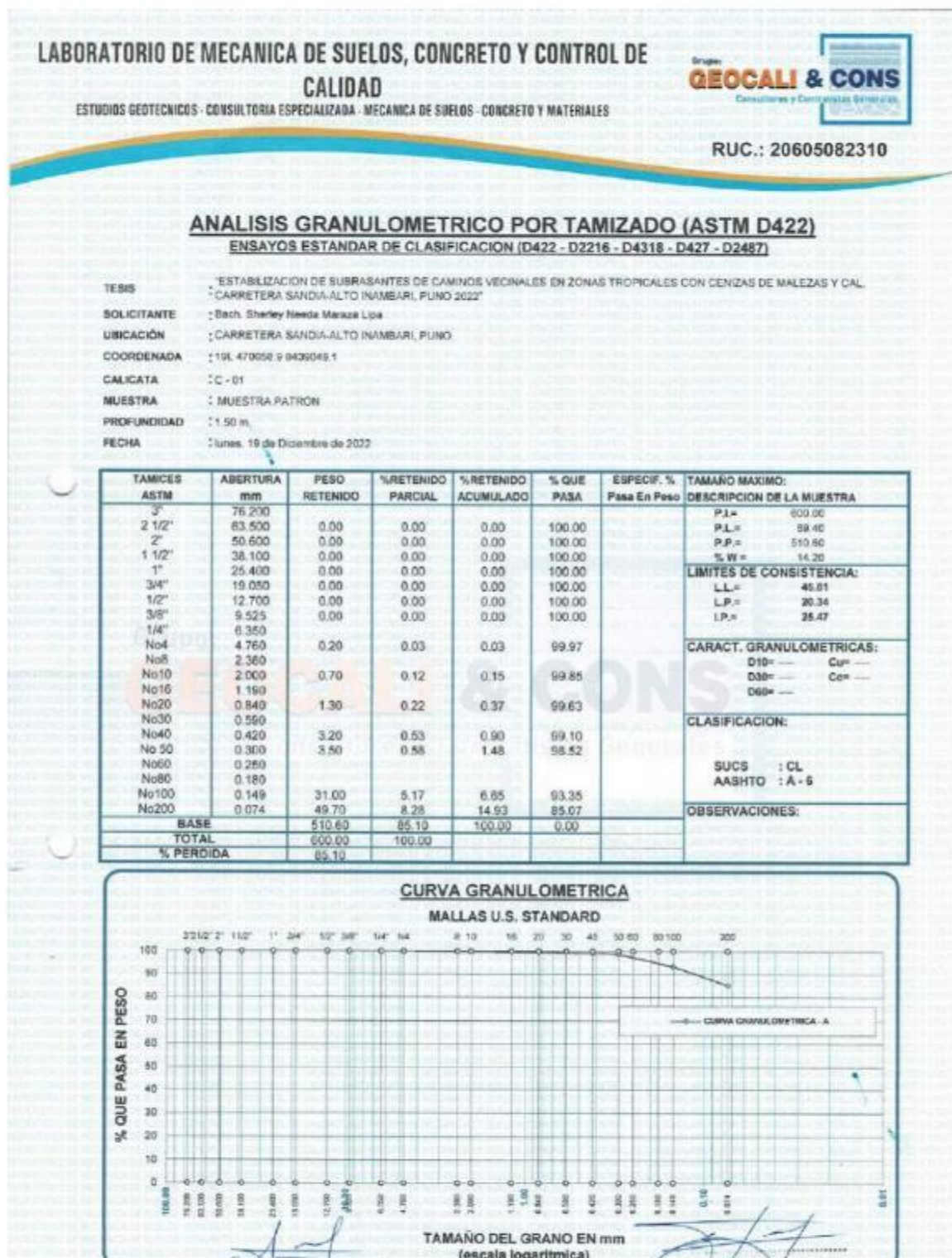
Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Huancayo, 2023





### Anexo 4. Certificados de los ensayos realizados en laboratorio.





### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

Grupo: **GEOCALI & CONS**  
Consultoras y Contratación Generalistas

RUC.: 20605082310

#### ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL"  
**SOLICITANTE** : Bach. Sherry Nilda Marzota Liza  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 10L 470858.9 8439548.1  
**CALCATA** : C - 01  
**MUESTRA** : MUESTRA PATRON  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**FECHA** : Lunes, 19 de Diciembre de 2022

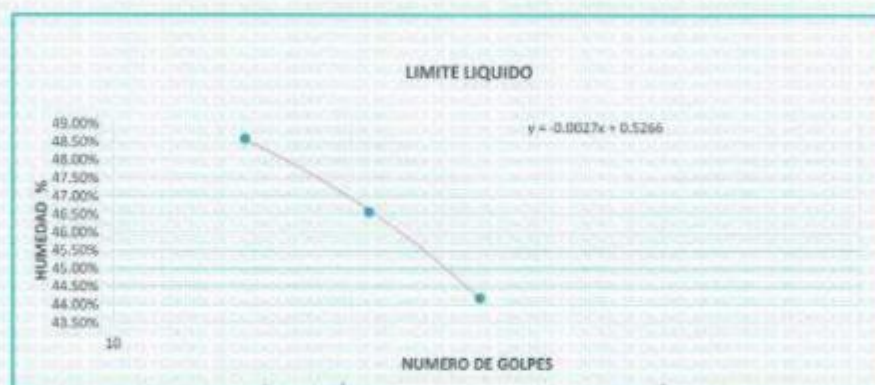
#### LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO                 | No | 1      | 2      | 3      |
|------------------------|----|--------|--------|--------|
| CAPSULA                | No | A-1    | A-2    | A-3    |
| CAPSULA + SUELO HUMEDO | gr | 36.01  | 36.75  | 36.14  |
| CAPSULA + SUELO SECO   | gr | 30.2   | 31     | 31.5   |
| AGUA                   | gr | 4.81   | 4.75   | 4.54   |
| PESO DE LA CAPSULA     | gr | 20.3   | 20.8   | 21     |
| PESO DEL SUELO SECO    | gr | 9.9    | 10.2   | 10.5   |
| CONTENIDO DE HUMEDAD   | %  | 48.59% | 46.57% | 44.19% |
| NUMERO DE GOLPES       | N  | 15     | 22     | 31     |

#### LIMITE PLASTICO

| ENSAYO                 | No | 1      | 2      |
|------------------------|----|--------|--------|
| CAPSULA                | No | A-4    | A-5    |
| CAPSULA + SUELO HUMEDO | gr | 20.51  | 20.4   |
| CAPSULA + SUELO SECO   | gr | 20.6   | 20.5   |
| AGUA                   | gr | 0.91   | 0.9    |
| PESO DE LA CAPSULA     | gr | 21.1   | 21.1   |
| PESO DEL SUELO SECO    | gr | 4.5    | 4.4    |
| LIMITE PLASTICO        | %  | 20.22% | 20.45% |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| LIMITE LIQUIDO        | 45.81 |
| LIMITE PLASTICO       | 20.34 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 25.47 |





### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo  
**GEOCALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

#### ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS**: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENZAS DE MALEZAS Y CAL"  
**SOLICITANTE**: Bach. Shirley Neeza Matiza Lipo  
**UBICACIÓN**: CARRETERA SANDIA-ALTO (NAMBARI, PUNO)  
**COORDENADA**: 19L 470058.9 8430048.1  
**CALICATA**: C-01  
**MUESTRA**: MUESTRA PATRÓN + 2% CAL + 10% CENIZA DE MALEZA  
**PROFUNDIDAD**: 1.50 m  
**FECHA**: Lunes, 19 de Diciembre de 2022

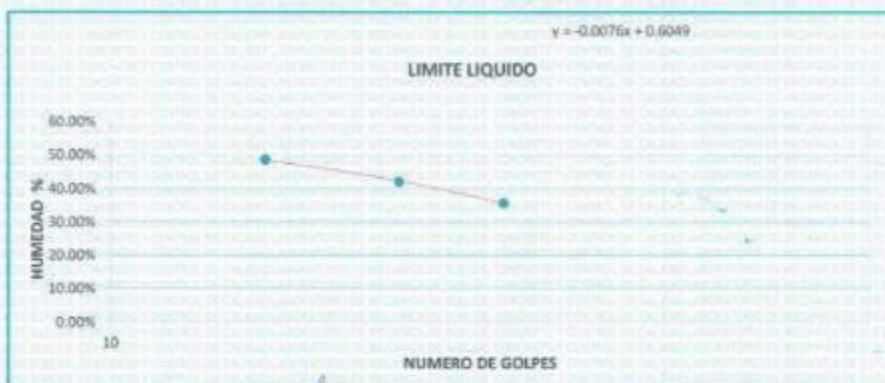
#### LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO                 | No | 1      | 2      | 3      |
|------------------------|----|--------|--------|--------|
| CAPSULA                | No | 8-51   | 8-52   | 8-53   |
| CAPSULA + SUELO HUMEDO | gr | 46.1   | 46.57  | 46.787 |
| CAPSULA + SUELO SECO   | gr | 37.88  | 40.17  | 39     |
| AGUA                   | gr | 8.22   | 8.4    | 6.787  |
| PESO DE LA CAPSULA     | gr | 20.96  | 20.18  | 20     |
| PESO DEL SUELO SECO    | gr | 16.92  | 19.99  | 19     |
| CONTENIDO DE HUMEDAD   | %  | 48.88% | 42.02% | 56.72% |
| NUMERO DE GOLPES       | N  | 16     | 24     | 33     |

#### LIMITE PLASTICO

| ENSAYO                 | No | 1      | 2      |
|------------------------|----|--------|--------|
| CAPSULA                | No | 8-54   | 8-55   |
| CAPSULA + SUELO HUMEDO | gr | 30.85  | 31.49  |
| CAPSULA + SUELO SECO   | gr | 29.15  | 29.7   |
| AGUA                   | gr | 1.7    | 1.79   |
| PESO DE LA CAPSULA     | gr | 21.1   | 21.29  |
| PESO DEL SUELO SECO    | gr | 8.05   | 8.44   |
| LIMITE PLASTICO        | %  | 21.12% | 21.21% |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| LIMITE LIQUIDO        | 41.60 |
| LIMITE PLASTICO       | 21.16 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 20.44 |



Bach. Ing. A. Azari Lipo Puno

Ing. Walter Calvo Puno

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

#### ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENZAS DE MALEZAS Y CAL.  
**SOLICITANTE** : Bach. Shirey Niveda Maraza Liza  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 18L 479655 9 8436048.1  
**CALICATA** : C-01  
**MUESTRA** : MUESTRA PATRON 4% CAL + 15% CENIZA DE MALEZA  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m  
**FECHA** : lunes, 19 de Diciembre de 2022

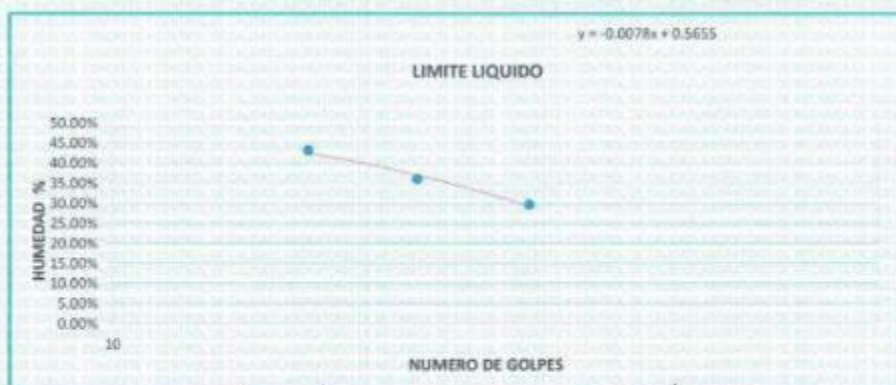
#### LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO                 | No | 1      | 2      | 3      |
|------------------------|----|--------|--------|--------|
| CAPSULA                | No | C-01   | C-02   | C-03   |
| CAPSULA + SUELO HUMEDO | gr | 41.89  | 44.87  | 43.7   |
| CAPSULA + SUELO SECO   | gr | 35.3   | 38.6   | 38.7   |
| AGUA                   | gr | 6.69   | 6.27   | 5      |
| PESO DE LA CAPSULA     | gr | 20.04  | 21.23  | 21.62  |
| PESO DEL SUELO SECO    | gr | 16.26  | 17.37  | 16.78  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD   | %  | 43.18% | 36.10% | 29.80% |
| NUMERO DE GOLPES       | N  | 18     | 25     | 35     |

#### LIMITE PLASTICO

| ENSAYO                 | No | 1      | 2      |
|------------------------|----|--------|--------|
| CAPSULA                | No | C-04   | C-05   |
| CAPSULA + SUELO HUMEDO | gr | 149.4  | 136.04 |
| CAPSULA + SUELO SECO   | gr | 147.6  | 134.1  |
| AGUA                   | gr | 1.8    | 1.94   |
| PESO DE LA CAPSULA     | gr | 140.2  | 126.3  |
| PESO DEL SUELO SECO    | gr | 7.4    | 7.8    |
| LIMITE PLASTICO        | %  | 24.32% | 24.87% |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| LIMITE LIQUIDO        | 37.14 |
| LIMITE PLASTICO       | 24.60 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 12.54 |



  
 Bach. Shirey Niveda Maraza Liza

  
 Bach. Shirey Niveda Maraza Liza



### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

#### ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Sherry Needa Mariza Lips  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 15L 470608.9 8439048.1  
**CALICATA** : C - 01  
**MUESTRA** : MUESTRA PATRON 6% CAL + 20% CENIZA DE MALEZA  
**PROFUNDIDAD** : 5.50 m.  
**FECHA** : Lunes, 19 de Diciembre de 2022

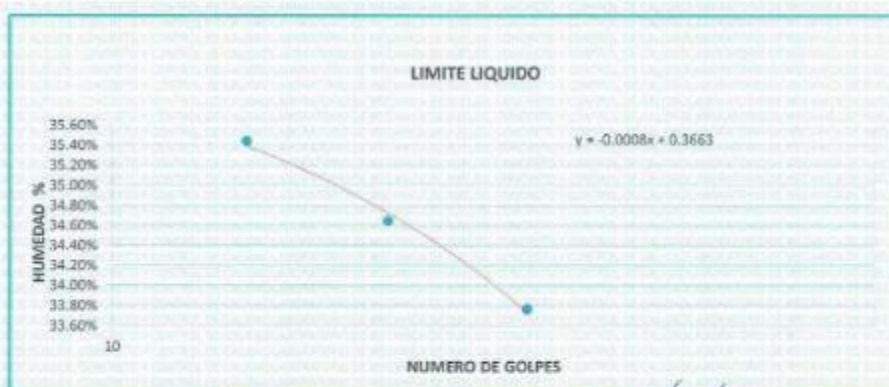
#### LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO                 | No | 1      | 2      | 3      |
|------------------------|----|--------|--------|--------|
| CAPSULA                | No | D-01   | D-02   | D-03   |
| CAPSULA + SUELO HUMEDO | gr | 36.1   | 35.66  | 36.41  |
| CAPSULA + SUELO SECO   | gr | 32.23  | 31.7   | 32.51  |
| AGUA                   | gr | 3.87   | 3.96   | 3.9    |
| PESO DE LA CAPSULA     | gr | 21.31  | 20.27  | 20.98  |
| PESO DEL SUELO SECO    | gr | 10.92  | 11.43  | 11.55  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD   | %  | 35.44% | 34.65% | 33.77% |
| NUMERO DE GOLPES       | N  | 15     | 23     | 35     |

#### LIMITE PLASTICO

| ENSAYO                 | No | 1      | 2      |
|------------------------|----|--------|--------|
| CAPSULA                | No | D-04   | D-05   |
| CAPSULA + SUELO HUMEDO | gr | 30.1   | 29.87  |
| CAPSULA + SUELO SECO   | gr | 28.19  | 27.97  |
| AGUA                   | gr | 1.91   | 1.9    |
| PESO DE LA CAPSULA     | gr | 21.0   | 20.76  |
| PESO DEL SUELO SECO    | gr | 7.15   | 7.21   |
| LIMITE PLASTICO        | %  | 26.71% | 26.35% |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| LIMITE LIQUIDO        | 34.56 |
| LIMITE PLASTICO       | 26.53 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 8.03  |



  
 Daniel Prieta Duma

  
 Wilber Caceres





### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

#### ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL."  
**SOLICITANTE** : Bach. Shesley Nields Maraza Lapa  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : TRL 470856.9 8439045.1  
**CALICATA** : C-01  
**MUESTRA** : MUESTRA PATRON 8% CAL + 25% CENIZA DE MALEZA  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**FECHA** : lunes, 19 de Diciembre de 2022

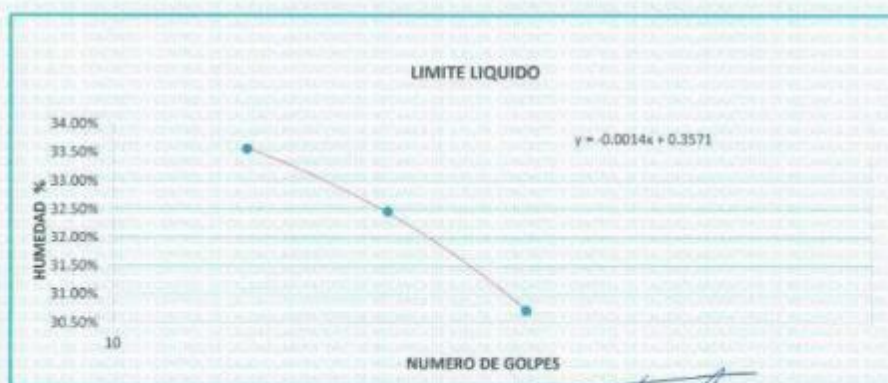
#### LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO                 | No | 1      | 2      | 3      |
|------------------------|----|--------|--------|--------|
| CAPSULA                | No | D-01   | D-02   | D-03   |
| CAPSULA + SUELO HUMEDO | gr | 50.15  | 62.47  | 64.67  |
| CAPSULA + SUELO SECO   | gr | 42.65  | 52.16  | 54.21  |
| AGUA                   | gr | 7.5    | 10.31  | 10.46  |
| PESO DE LA CAPSULA     | gr | 20.3   | 20.4   | 20.15  |
| PESO DEL SUELO SECO    | gr | 22.35  | 31.76  | 34.06  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD   | %  | 33.56% | 32.46% | 30.71% |
| NUMERO DE GOLPES       | N  | 15     | 23     | 35     |

#### LIMITE PLASTICO

| ENSAYO                 | No | 1      | 2      |
|------------------------|----|--------|--------|
| CAPSULA                | No | D-04   | D-05   |
| CAPSULA + SUELO HUMEDO | gr | 27.74  | 31.39  |
| CAPSULA + SUELO SECO   | gr | 26.54  | 29.25  |
| AGUA                   | gr | 1.2    | 2.14   |
| PESO DE LA CAPSULA     | gr | 22.1   | 21.48  |
| PESO DEL SUELO SECO    | gr | 4.44   | 7.77   |
| LIMITE PLASTICO        | %  | 27.03% | 27.54% |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| LIMITE LIQUIDO        | 32.15 |
| LIMITE PLASTICO       | 27.28 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 4.86  |



Bach. Ing. A. Anibal Vique Puma



Ing. Wilber Calvo Puma  
Especialista en Mecánica de Suelos



### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

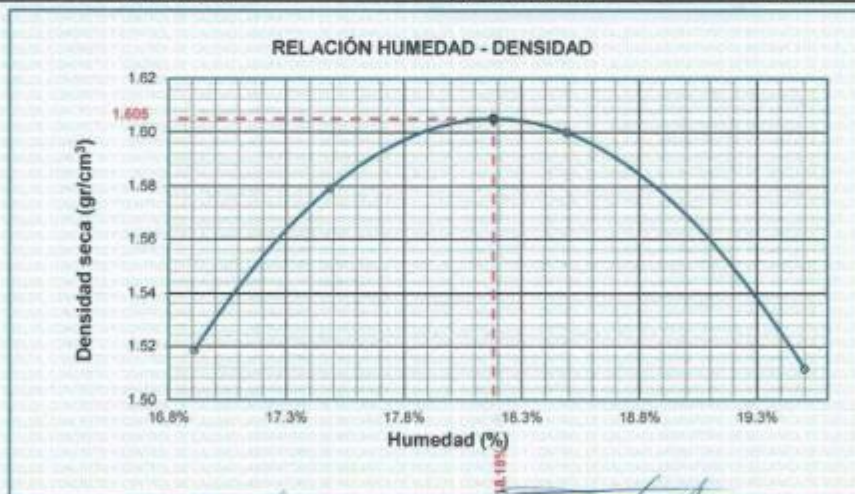
**TESIS** : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECIALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Sharley Narda Manza Liza  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 18° 47'06.58" S 84° 39'04.8" W  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - MUESTRA PATRÓN  
**FECHA** : Lunes, 2 de Enero de 2023

|             |   |   |                   |   |      |                 |
|-------------|---|---|-------------------|---|------|-----------------|
| MOLDE No    | : | 1 | VOLUMEN DEL MOLDE | : | 2126 | cm <sup>3</sup> |
| No DE CAPAS | : | 5 | GOLPES POR CAPA   | : | 55   | golpes          |

|                           |                    |       |       |       |       |
|---------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr.                | 10170 | 10340 | 10426 | 10236 |
| Peso del Molde            | gr.                | 6396  | 6396  | 6396  | 6396  |
| Peso del Suelo Húmedo     | gr/cm <sup>3</sup> | 3774  | 3944  | 4030  | 3840  |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cm <sup>3</sup> | 1.775 | 1.855 | 1.896 | 1.806 |

| Capsula No                    | No  | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   |
|-------------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capsula        | gr. | 85.20  | 79.80  | 70.71  | 110.48 | 88.00  | 79.50  | 119.40 | 66.58  |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr. | 80.10  | 70.15  | 63.20  | 97.00  | 77.64  | 66.80  | 95.74  | 68.84  |
| Peso del Agua                 | gr. | 10.10  | 8.65   | 7.51   | 13.48  | 10.36  | 9.20   | 14.66  | 7.74   |
| Peso de la Capsula            | gr. | 19.50  | 19.50  | 20.20  | 20.50  | 20.50  | 21.00  | 19.00  | 19.50  |
| Peso del Suelo Seco           | gr. | 60.50  | 50.55  | 43.00  | 77.00  | 57.14  | 48.80  | 75.84  | 39.34  |
| % de Humedad                  | %   | 16.69% | 17.12% | 17.5%  | 17.51% | 18.13% | 18.88% | 19.33% | 19.67% |
| Promedio de Humedad           | %   | 16.91% |        | 17.49% |        | 18.49% |        | 19.50% |        |
| Densidad del Suelo Seco       | %   | 1.518  |        | 1.579  |        | 1.600  |        | 1.512  |        |

|         |                                 |                      |   |       |                    |
|---------|---------------------------------|----------------------|---|-------|--------------------|
| METODO: | ASTM D - 1557<br>MODIFICADO "C" | MAXIMA DENSIDAD SECA | : | 1.61  | gr/cm <sup>3</sup> |
|         |                                 | HUMEDAD OPTIMA       | : | 18.2% |                    |







### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo: **GEOCALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"

SOLICITANTE: Bach. Shirley Nilda Marzota Uiza

UBICACIÓN: CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO

COORDENADA: 18° 47'05.5" S 84°39'04.8" E

PROFUNDIDAD: 1.50 m.

MUESTRA: CALICATA 01 - MUESTRA PATRÓN

FECHA: Lunes, 2 de Enero de 2023

|                           |          |             |          |             |          |             |
|---------------------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|
| MOLDE No                  | II       | II          | I        |             |          |             |
| No DE CAPAS               | 5        | 5           | 5        |             |          |             |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 12       | 25          | 50       |             |          |             |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR |

|                           |                    |         |         |         |         |         |         |
|---------------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr.                | 12520   | 12111   | 12611   | 12317   | 12551   | 12387   |
| Peso del Molde            | gr.                | 8033    | 8033    | 8021    | 8021    | 8014    | 8014    |
| Peso del Suelo Humedo     | gr.                | 4487    | 4078    | 4590    | 4296    | 4537    | 4373    |
| Volumen del Suelo         | cm <sup>3</sup>    | 2323.46 | 2323.46 | 2323.46 | 2323.46 | 2323.46 | 2323.46 |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cm <sup>3</sup> | 1.931   | 1.755   | 1.976   | 1.849   | 1.955   | 1.882   |

|                               |                    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Capítulo No                   | No                 | B      | A      | C      | E      | I      | O      | U      | D      | G      |
| Suelo Humedo + Capsula        | gr.                | 132.00 | 129.50 | 115.45 | 115.00 | 114.00 | 109.32 | 108.80 | 110.95 | 108.20 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr.                | 100.20 | 106.54 | 100.95 | 97.27  | 95.74  | 95.96  | 94.82  | 95.74  | 95.12  |
| Peso del Agua                 | gr.                | 33.80  | 22.96  | 14.50  | 17.73  | 18.26  | 13.36  | 15.18  | 15.21  | 13.08  |
| Peso de la Capsula            | gr.                | 21.00  | 21.43  | 21.07  | 22.00  | 22.05  | 22.19  | 22.90  | 23.01  | 23.90  |
| Peso del Suelo Seco           | gr.                | 87.20  | 85.11  | 79.88  | 75.27  | 73.69  | 73.77  | 71.72  | 72.73  | 72.12  |
| % de Humedad                  | %                  | 27.29% | 26.98% | 18.15% | 23.58% | 24.79% | 18.11% | 21.17% | 20.91% | 18.14% |
| Promedio de Humedad           | %                  | 27.14% | 18.15% | 24.17% | 18.11% | 21.04% | 18.14% |        |        |        |
| Densidad del Suelo Seco       | gr/cm <sup>3</sup> | 1.519  | 1.485  | 1.591  | 1.565  | 1.613  | 1.593  |        |        |        |

### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora       | Tiempo   | Dial | Expansión mm | %    |
|------------|------------|----------|------|--------------|------|
| 26/12/2022 | 12:00 a.m. |          |      | 254.2        | 0    |
| 27/12/2022 | 12:00 a.m. | 24:00:00 |      | 312.0        | 1.47 |
| 28/12/2022 | 12:00 a.m. | 48:00:00 |      | 371.0        | 2.87 |
| 29/12/2022 | 12:00 a.m. | 72:00:00 |      | 429.4        | 4.45 |
| 30/12/2022 | 12:00 a.m. | 96:00:00 |      | 487.8        | 5.93 |

### PENETRACION

| Penetración mm | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No III |       |                    |         | MOLDE No II |      |                    |         | MOLDE No I |    |                    |         |
|----------------|--------|------------|--------------|-------|--------------------|---------|-------------|------|--------------------|---------|------------|----|--------------------|---------|
|                |        |            | Dial         | Kg    | Kg/cm <sup>2</sup> | Correc. | Dial        | Kg   | Kg/cm <sup>2</sup> | Correc. | Dial       | Kg | Kg/cm <sup>2</sup> | Correc. |
| 0.00           | 0:00   |            |              | 0.00  | 0.00               |         | 0.00        | 0.00 |                    | 0.00    | 0.00       |    | 0.00               | 0.00    |
| 0.63           | 00:30  |            |              | 9.3   | 0.5                |         | 13.2        | 0.7  |                    | 16.6    | 0.8        |    | 19.9               | 1.0     |
| 1.27           | 01:00  |            |              | 19.7  | 1.0                |         | 28.9        | 1.5  |                    | 34.2    | 1.7        |    | 39.5               | 2.0     |
| 1.91           | 01:30  |            |              | 28.7  | 1.5                |         | 48.2        | 2.3  |                    | 51.4    | 2.6        |    | 54.6               | 2.8     |
| 2.54           | 02:00  | 70.31      |              | 37.9  | 1.9                |         | 60.1        | 3.0  |                    | 67.5    | 3.4        |    | 74.9               | 3.8     |
| 3.81           | 03:00  |            |              | 58.4  | 3.0                |         | 84.4        | 4.3  |                    | 100.1   | 5.1        |    | 115.8              | 5.6     |
| 5.08           | 04:00  | 105.00     |              | 79.0  | 4.0                |         | 106.7       | 5.5  |                    | 129.8   | 6.6        |    | 152.9              | 7.7     |
| 6.35           | 05:00  |            |              | 98.7  | 4.9                |         | 124.5       | 6.3  |                    | 151.5   | 7.7        |    | 174.6              | 8.8     |
| 7.62           | 06:00  |            |              | 111.5 | 5.6                |         | 139.4       | 7.0  |                    | 169.2   | 8.6        |    | 194.3              | 10.0    |
| 8.84           | 07:00  |            |              | 121.9 | 6.2                |         | 151.6       | 7.7  |                    | 183.5   | 9.3        |    | 211.4              | 11.2    |
| 10.16          | 08:00  |            |              | 130.7 | 6.6                |         | 162.3       | 8.2  |                    | 195.2   | 9.9        |    | 224.1              | 12.4    |

Bach. Ing. A. Angel Llanos Huerta  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilfredo Colque Vique  
CIP. N° 209171





### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

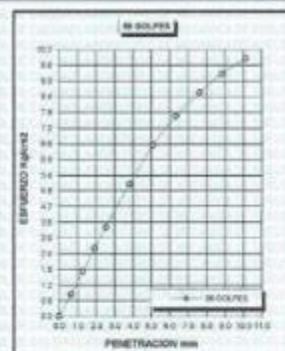
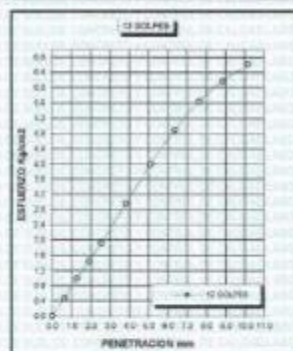
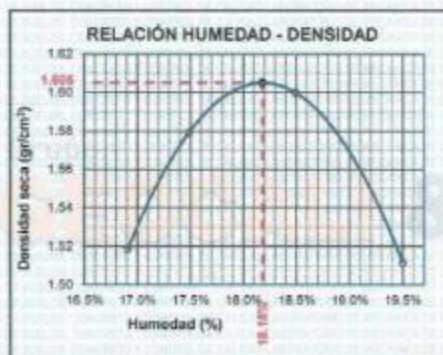
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

|                                                                                                                       |                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>TESIS</b><br>"ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL" | <b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>            |
| <b>SOLICITANTE</b> : Bach. Shirley Nevada Maraca Liza                                                                 | <b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b> : 1.61 |
| <b>MUESTRA</b> : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON                                                                         | <b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b> : 18.2%                      |
| <b>UBICACIÓN</b> : CARRETERA SANJA-ALTO INAMBARI, PUNO                                                                | <b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b> : 4.65                 |
| <b>COORDENADA</b> : 10°47'06.6"S 84°38'58.1"E                                                                         | <b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b> : 2.85                 |
| <b>FECHA</b> : Lunes, 2 de Enero de 2023                                                                              | <b>CLASIFICACIÓN</b> : CL                              |
|                                                                                                                       | <b>AASHTO</b> : A-6                                    |
|                                                                                                                       | <b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS                               |



Bach. Ing. A. Argüello, Puma  
TÉCNICO DEL LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Walter Calaymencia Jara  
Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171



### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo: **GEOCALI & CONS**  
Catastrales y Contratación General

RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

TESIS

"ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECIALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MAÍZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"

SOLICITANTE

Ing. Roch, Shirley Ximara Marcano Lora

UBICACIÓN

CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO

COORDENADA

19° 47'06" S 84°39'04" E

PROFUNDIDAD

1.50 m

MUESTRA

1 CALICATA 01 - MUESTRA PATRON + 2% CAL + 10% CENIZA DE MAÍZAS

FECHA

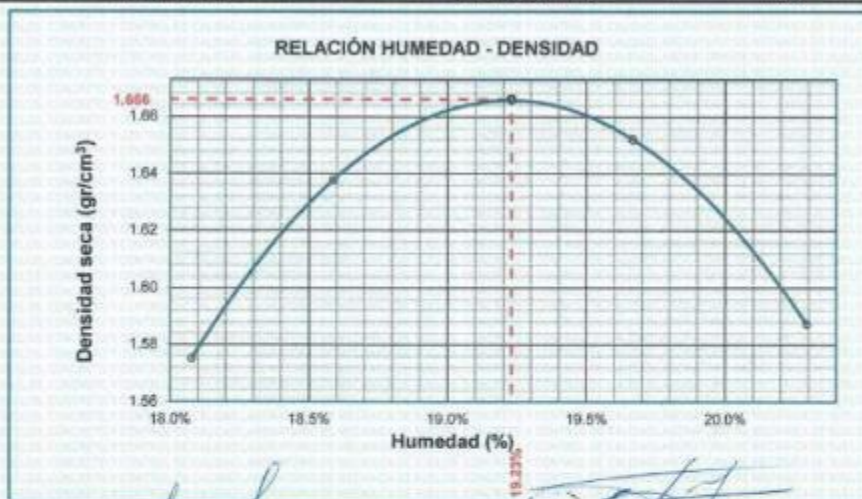
lunes, 2 de Enero de 2023

|             |   |   |                   |   |                      |
|-------------|---|---|-------------------|---|----------------------|
| MOLDE No    | : | 1 | VOLUMEN DEL MOLDE | : | 2126 cm <sup>3</sup> |
| No DE CAPAS | : | 5 | GOLPES POR CAPA   | : | 56 golpes            |

|                           |                    |       |       |       |       |
|---------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr.                | 10350 | 10525 | 10599 | 10455 |
| Peso del Molde            | gr.                | 6396  | 6396  | 6396  | 6396  |
| Peso del Suelo Humedo     | gr/cm <sup>3</sup> | 3954  | 4129  | 4203  | 4059  |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cm <sup>3</sup> | 1.890 | 1.942 | 1.977 | 1.909 |

| Capsula No                    | No  | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   |
|-------------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capsula        | gr. | 182.50 | 180.00 | 182.40 | 177.56 | 185.18 | 176.25 | 173.90 | 176.30 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr. | 158.40 | 156.00 | 157.50 | 153.90 | 160.00 | 152.00 | 150.00 | 151.45 |
| Peso del Agua                 | gr. | 24.10  | 24.00  | 24.90  | 24.06  | 25.18  | 24.25  | 23.90  | 24.85  |
| Peso de la Capsula            | gr. | 24.69  | 23.84  | 23.93  | 23.69  | 30.26  | 30.40  | 30.62  | 30.63  |
| Peso del Suelo Seco           | gr. | 133.62 | 132.16 | 133.57 | 129.81 | 129.74 | 121.60 | 119.38 | 120.82 |
| % de Humedad                  | %   | 18.00% | 18.16% | 18.8%  | 18.53% | 19.38% | 19.94% | 20.02% | 20.57% |
| Promedio de Humedad           | %   | 18.08% |        | 18.59% |        | 19.67% |        | 20.29% |        |
| Densidad del Suelo Seco       | %   | 1.575  |        | 1.638  |        | 1.652  |        | 1.587  |        |

|         |                                 |                      |   |                         |
|---------|---------------------------------|----------------------|---|-------------------------|
| METODO: | ASTM D - 1557<br>MODIFICADO "C" | MAXIMA DENSIDAD SECA | : | 1.67 gr/cm <sup>3</sup> |
|         |                                 | HUMEDAD OPTIMA       | : | 19.2%                   |







### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECIALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBAR, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Shirley Nilda Morúa Liza

**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBAR, PUNO

**COORDENADA** : 18L 470858 9 8439048.1

**PROFUNDIDAD** : ± 1.50 m

**MUESTRA** : CALICATA 01 - MUESTRA PATRÓN + 2% CAL + 10% CENIZA DE MALEZA

**FECHA** : Lunes, 2 de Enero de 2023

| MOLDE No                  | III      | II          | I        |
|---------------------------|----------|-------------|----------|
| No DE CAPAS               | 5        | 5           | 5        |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 12       | 25          | 56       |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |

|                           |                    |         |         |         |         |         |         |
|---------------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr                 | 12643   | 12307   | 12748   | 12483   | 12722   | 12582   |
| Peso del Molde            | gr                 | 8033    | 8033    | 8021    | 8021    | 8014    | 8014    |
| Peso del Suelo Humedo     | gr                 | 4610    | 4274    | 4727    | 4462    | 4708    | 4568    |
| Volumen del Suelo         | cm <sup>3</sup>    | 2323.48 | 2323.46 | 2323.46 | 2323.46 | 2323.46 | 2323.46 |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cm <sup>3</sup> | 1.984   | 1.838   | 2.034   | 1.925   | 2.028   | 1.966   |

| Capsula No                    | No      | M      | N      | B      | V      | C      | S      | O      | F      |
|-------------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capsula        | gr.     | 165.70 | 149.00 | 183.60 | 175.00 | 172.60 | 161.90 | 188.00 | 191.00 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr.     | 136.00 | 122.84 | 157.76 | 147.73 | 146.43 | 139.72 | 159.90 | 162.88 |
| Peso del Agua                 | gr.     | 29.70  | 26.06  | 25.84  | 27.27  | 26.17  | 22.18  | 28.10  | 28.32  |
| Peso de la Capsula            | gr.     | 20.35  | 20.50  | 23.00  | 20.50  | 20.54  | 23.70  | 26.57  | 26.54  |
| Peso del Suelo Seco           | gr.     | 115.65 | 102.44 | 134.76 | 117.23 | 114.89 | 116.02 | 133.33 | 134.54 |
| % de Humedad                  | %       | 25.68% | 25.44% | 19.17% | 23.26% | 23.85% | 19.12% | 21.08% | 21.11% |
| Promedio de Humedad           | %       | 25.56% | 19.17% | 23.46% | 19.12% | 21.09% | 19.18% |        |        |
| Densidad del Suelo Seco       | gr/cm3. | 1.580  | 1.544  | 1.648  | 1.616  | 1.673  | 1.650  |        |        |

### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora       | Tiempo   | Dial  | Expansión mm | %    |
|------------|------------|----------|-------|--------------|------|
| 26/12/2022 | 12:00 a.m. |          | 56.2  | 0            | 0    |
| 27/12/2022 | 12:00 a.m. | 24:00:00 | 109.2 | 1.36         | 1.17 |
| 28/12/2022 | 12:00 a.m. | 48:00:00 | 163.5 | 2.72         | 2.36 |
| 29/12/2022 | 12:00 a.m. | 72:00:00 | 215.0 | 4.03         | 3.50 |
| 30/12/2022 | 12:00 a.m. | 96:00:00 | 263.0 | 5.25         | 4.58 |

### PENETRACION

| Penetración<br>mm | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No III |      |                    |         | MOLDE No II |    |                    |         | MOLDE No I |    |                    |         |
|-------------------|--------|------------|--------------|------|--------------------|---------|-------------|----|--------------------|---------|------------|----|--------------------|---------|
|                   |        |            | Dial         | Kg   | Kg/cm <sup>2</sup> | Correc. | Dial        | Kg | Kg/cm <sup>2</sup> | Correc. | Dial       | Kg | Kg/cm <sup>2</sup> | Correc. |
| 0.09              | 0:00   |            | 0.00         | 0.00 |                    | 0.00    | 0.00        |    | 0.00               | 0.00    |            |    |                    |         |
| 0.83              | 00:30  |            | 16.5         | 0.8  |                    | 17.6    | 0.9         |    | 18.7               | 0.9     |            |    |                    |         |
| 1.27              | 01:00  |            | 44.2         | 2.2  |                    | 48.9    | 2.5         |    | 54.2               | 2.7     |            |    |                    |         |
| 1.91              | 01:30  |            | 68.8         | 3.5  |                    | 87.0    | 4.4         |    | 88.4               | 4.6     |            |    |                    |         |
| 2.54              | 02:00  | 70.35      | 90.4         | 4.8  |                    | 115.3   | 5.8         |    | 124.5              | 6.5     |            |    |                    |         |
| 3.81              | 03:00  |            | 121.4        | 6.1  |                    | 154.2   | 7.8         |    | 168.7              | 8.6     |            |    |                    |         |
| 5.09              | 04:00  | 105.00     | 140.1        | 7.1  |                    | 180.4   | 9.1         |    | 204.2              | 10.3    |            |    |                    |         |
| 6.35              | 05:00  |            | 153.9        | 7.8  |                    | 199.7   | 10.1        |    | 231.1              | 11.7    |            |    |                    |         |
| 7.62              | 06:00  |            | 166.2        | 8.4  |                    | 210.9   | 10.7        |    | 248.7              | 12.6    |            |    |                    |         |
| 8.84              | 07:00  |            | 174.2        | 8.8  |                    | 221.3   | 11.2        |    | 262.4              | 13.3    |            |    |                    |         |
| 10.16             | 08:00  |            | 179.5        | 9.1  |                    | 228.1   | 11.5        |    | 271.5              | 13.7    |            |    |                    |         |

Bach. Ing. A. Angel Carlos Puma  
TECNICO DEL LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilber Colque Huamani  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171



### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

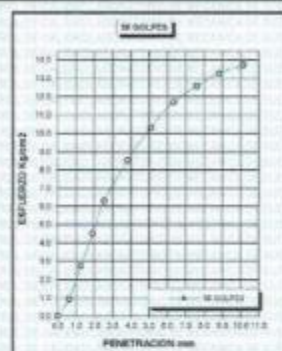
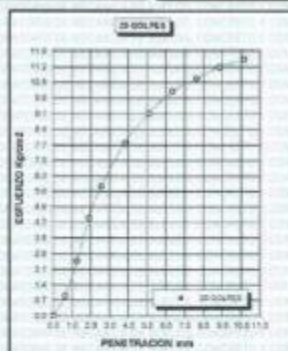
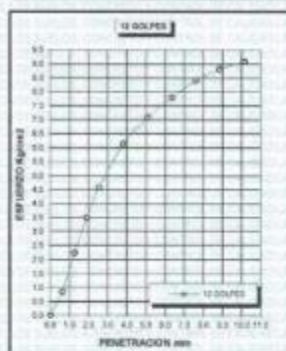
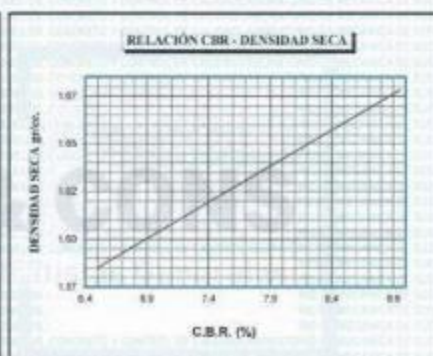
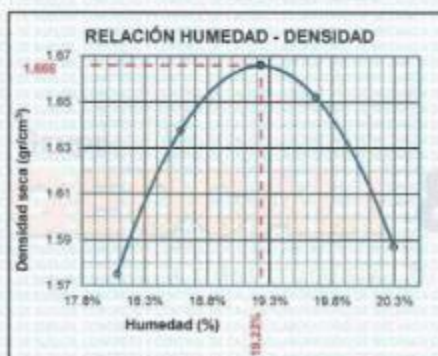
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

|                    |                                                                                                                                              |                                                 |        |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------|
| <b>TESIS</b>       | ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VEGETALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZA Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBAR, PUNO 2022 | <b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>     |        |
| <b>SOLICITANTE</b> | Bach. Shirley Rosella Morazo Liza                                                                                                            | <b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b> | 1.67   |
| <b>MUESTRA</b>     | CALICATA 03 - MUESTRA PATRON + 3% CAL + 30% CENIZA DE MALEZA                                                                                 | <b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>                       | 19.2%  |
| <b>UBICACIÓN</b>   | CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBAR, PUNO                                                                                                          | <b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>                 | 8.26   |
| <b>COORDENADA</b>  | VRL 473658 9 8438048.1                                                                                                                       | <b>CBR AL 95 DE M.D.S. (%)</b>                  | 6.57   |
| <b>FECHA</b>       | Lunes, 2 de Enero de 2023                                                                                                                    | <b>CLASIFICACIÓN</b>                            | CL     |
|                    |                                                                                                                                              | <b>AASHTO</b>                                   | A-6    |
|                    |                                                                                                                                              | <b>EMBEBIDO</b>                                 | 4 DIAS |



Bach. Ing. A. Angel Luján Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO DIFUSIÓN  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilder Calquero Manca  
Ene. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171





### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

**TESIS** : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Shirley Nilda Maraza Lupa  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19° 47'05"S 84°39'08"E  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON 4% CAL + 15% CENIZA DE MALEZA  
**FECHA** : lunes, 2 de Enero de 2023

|             |   |   |                   |   |                      |
|-------------|---|---|-------------------|---|----------------------|
| MOLDE No    | : | 1 | VOLUMEN DEL MOLDE | : | 2126 cm <sup>3</sup> |
| No DE CAPAS | : | 5 | GOLPES POR CAPA   | : | 56 golpes            |

|                           |                    |       |       |       |       |
|---------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr.                | 10306 | 10720 | 10789 | 10431 |
| Peso del Molde            | gr.                | 6396  | 6396  | 6396  | 6396  |
| Peso del Suelo Humedo     | gr/cm <sup>3</sup> | 3910  | 4324  | 4373  | 4035  |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cm <sup>3</sup> | 1.839 | 2.034 | 2.057 | 1.898 |

| Capsula No                    | No  | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   |
|-------------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capsula        | gr. | 100.16 | 135.59 | 103.43 | 132.53 | 103.45 | 127.86 | 114.12 | 156.43 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr. | 80.70  | 135.20 | 90.35  | 114.26 | 89.35  | 108.98 | 99.27  | 131.78 |
| Peso del Agua                 | gr. | 11.46  | 20.38  | 13.08  | 18.27  | 14.10  | 18.88  | 15.85  | 24.65  |
| Peso de la Capsula            | gr. | 24.53  | 25.89  | 23.74  | 23.74  | 23.74  | 23.74  | 30.87  | 30.68  |
| Peso del Suelo Seco           | gr. | 54.17  | 111.31 | 66.61  | 90.52  | 65.61  | 85.24  | 67.90  | 101.10 |
| % de Humedad                  | %   | 17.80% | 18.31% | 19.6%  | 20.19% | 21.48% | 22.15% | 23.45% | 24.38% |
| Promedio de Humedad           | %   | 18.08% |        | 19.91% |        | 21.82% |        | 23.91% |        |
| Densidad del Suelo Seco       | %   | 1.558  |        | 1.696  |        | 1.689  |        | 1.532  |        |

|         |                                 |                      |   |                         |
|---------|---------------------------------|----------------------|---|-------------------------|
| METODO: | ASTM D - 1557<br>MODIFICADO "C" | MAXIMA DENSIDAD SECA | : | 1.71 gr/cm <sup>3</sup> |
|         |                                 | HUMEDAD OPTIMA       | : | 20.8%                   |







### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS**  
: "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2023"

**SOLICITANTE**  
: Bach. Sherry Neida Marzu Liza

**UBICACIÓN**  
: CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO

**COORDENADA**  
: 19L 470658 9 9439048.1

**PROFUNDIDAD**  
: 1.50 m.

**MUESTRA**  
: CALICATA 01 - MUESTRA PATRON 4% CAL + 10% CENIZA DE MALEZA

**FECHA**  
: lunes, 2 de Enero de 2023

|                           |          |             |          |             |          |             |
|---------------------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|
| MOLDE No                  | III      | II          | I        |             |          |             |
| No DE CAPAS               | 5        | 5           | 5        |             |          |             |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 12       | 25          | 56       |             |          |             |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR |

|                           |        |         |         |         |         |         |         |
|---------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr.    | 12789   | 12445   | 12834   | 12593   | 12895   | 12772   |
| Peso del Molde            | gr.    | 8033    | 8023    | 8021    | 8021    | 8014    | 8014    |
| Peso del Suelo Humedo     | gr.    | 4756    | 4422    | 4813    | 4572    | 4881    | 4758    |
| Volumen del Suelo         | cm3    | 2323.46 | 2323.46 | 2323.46 | 2323.46 | 2323.46 | 2323.46 |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cm3 | 2.047   | 1.903   | 2.071   | 1.968   | 2.101   | 2.048   |

| Capítulo No                   | No     | R      | S      | L      | M      | Y      | N      | A      | P      | Z      |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capsula        | gr.    | 165.30 | 165.40 | 159.38 | 166.00 | 167.00 | 161.81 | 177.70 | 178.33 | 157.12 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr.    | 135.28 | 134.80 | 136.20 | 140.00 | 140.06 | 139.20 | 150.20 | 150.30 | 134.98 |
| Peso del Agua                 | gr.    | 30.04  | 30.60  | 23.18  | 26.00  | 26.94  | 22.31  | 27.50  | 28.03  | 22.14  |
| Peso de la Capsula            | gr.    | 20.38  | 20.05  | 23.10  | 31.20  | 31.60  | 30.20  | 27.50  | 27.89  | 27.06  |
| Peso del Suelo Seco           | gr.    | 114.90 | 114.75 | 113.10 | 108.80 | 108.46 | 109.00 | 122.70 | 122.50 | 107.92 |
| % de Humedad                  | %      | 26.14% | 26.81% | 20.50% | 23.90% | 24.54% | 20.47% | 22.41% | 22.88% | 20.52% |
| Promedio de Humedad           | %      | 26.48% | 26.50% | 24.37% | 20.47% | 22.66% | 20.52% |        |        |        |
| Densidad del Suelo Seco       | gr/cm3 | 1.618  | 1.679  | 1.666  | 1.633  | 1.713  | 1.699  |        |        |        |

### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora       | Tiempo   | Dial  | Expansión mm | %    |
|------------|------------|----------|-------|--------------|------|
| 26/12/2022 | 12:00 a.m. |          | 150.1 | 0            | 0    |
| 27/12/2022 | 12:00 a.m. | 24:00:00 | 208.3 | 1.48         | 1.28 |
| 28/12/2022 | 12:00 a.m. | 48:00:00 | 265.8 | 2.94         | 2.55 |
| 29/12/2022 | 12:00 a.m. | 72:00:00 | 323.6 | 4.41         | 3.82 |
| 30/12/2022 | 12:00 a.m. | 96:00:00 | 380.5 | 5.65         | 5.08 |

### PENETRACION

| Penetración<br>mm | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No III |      |        |         | MOLDE No II |      |        |         | MOLDE No I |      |        |         |
|-------------------|--------|------------|--------------|------|--------|---------|-------------|------|--------|---------|------------|------|--------|---------|
|                   |        |            | Dial         | Kg   | Kg/cm2 | Correc. | Dial        | Kg   | Kg/cm2 | Correc. | Dial       | Kg   | Kg/cm2 | Correc. |
| 0.00              | 0:00   |            | 0.00         | 0.00 |        |         | 0.00        | 0.00 |        |         | 0.00       | 0.00 |        |         |
| 0.63              | 00:30  |            | 16.2         | 0.9  |        |         | 19.3        | 1.0  |        |         | 21.3       | 1.1  |        |         |
| 1.27              | 01:00  |            | 52.3         | 2.6  |        |         | 55.7        | 2.8  |        |         | 59.7       | 3.0  |        |         |
| 1.91              | 01:30  |            | 83.8         | 4.2  |        |         | 89.3        | 4.5  |        |         | 94.8       | 4.8  |        |         |
| 2.54              | 02:00  | 70.31      | 110.3        | 5.8  |        |         | 123.4       | 6.2  |        |         | 136.7      | 6.9  |        |         |
| 3.81              | 03:00  |            | 146.8        | 7.4  |        |         | 166.2       | 8.4  |        |         | 185.2      | 9.4  |        |         |
| 5.09              | 04:00  | 105.00     | 178.4        | 9.0  |        |         | 201.3       | 10.2 |        |         | 220.5      | 11.3 |        |         |
| 6.35              | 05:00  |            | 204.3        | 10.3 |        |         | 229.8       | 11.6 |        |         | 248.5      | 12.6 |        |         |
| 7.62              | 06:00  |            | 225.2        | 11.4 |        |         | 249.5       | 12.8 |        |         | 268.8      | 13.6 |        |         |
| 8.84              | 07:00  |            | 240.7        | 12.2 |        |         | 265.6       | 13.4 |        |         | 283.6      | 14.3 |        |         |
| 10.16             | 08:00  |            | 249.5        | 12.6 |        |         | 276.7       | 14.0 |        |         | 291.40     | 14.7 |        |         |

Bach. Ing. A. Angel Luján Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilfredo Colapachica Luna  
Ejec. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171



### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

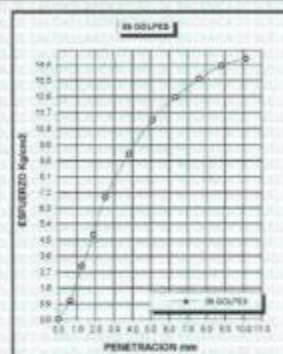
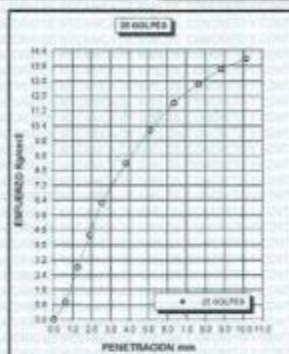
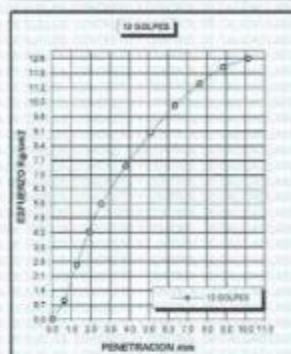
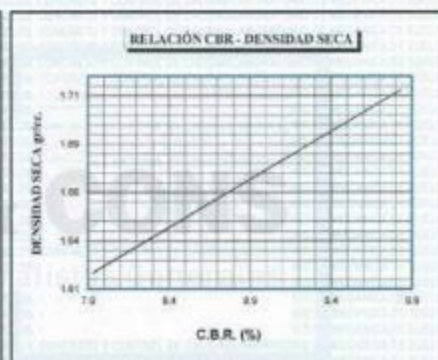
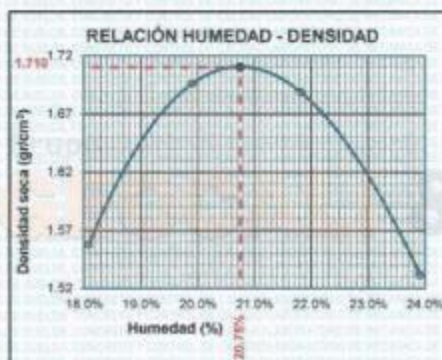
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

|             |                                                                                                                                                |                                             |          |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------|
| TESIS       | "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZA Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBAR, PUNO 2022" | <u>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</u> |          |
| SOLICITANTE | Bach. Shirley Nilda Morúa Liza                                                                                                                 | MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )  | 1.71     |
| MUESTRA     | 1 CALICATA 01 - MUESTRA PATRON 4% CAL + 33% CENIZA DE MALEZA                                                                                   | HUMEDAD OPTIMA (%)                          | 20.8%    |
| UBICACIÓN   | CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBAR, PUNO                                                                                                            | CBR AL 100 DE M.D.S. (%)                    | 9.77     |
| COORDENADA  | 101 470000.9 9439048.1                                                                                                                         | CBR AL 95 DE M.D.S. (%)                     | 8.05     |
| FECHA       | 1 Junio, 2 de Enero de 2023                                                                                                                    | CLASIFICACIÓN                               | : CL     |
|             |                                                                                                                                                | AASHTO                                      | : A-6    |
|             |                                                                                                                                                | EMBEBIDO                                    | : 4 DIAS |



Bach. Ing. A. Angel Louja Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Walter Calquhoun  
Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171



### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

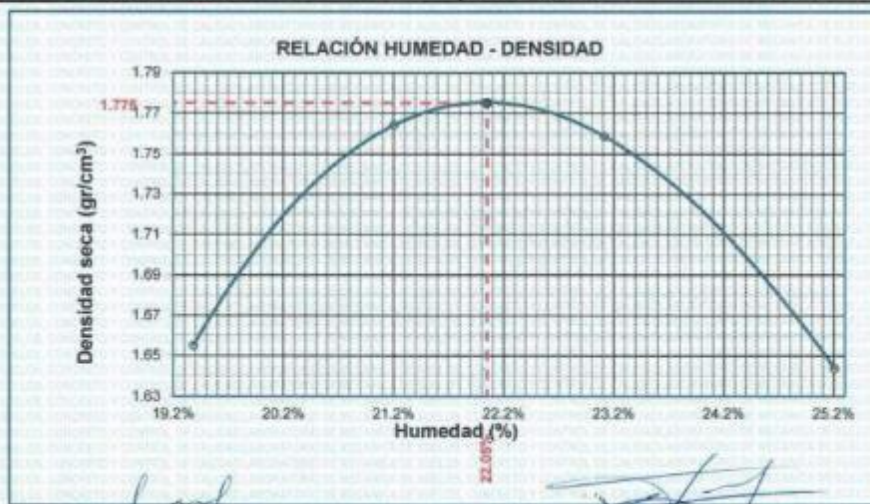
**TESIS** : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO (NAMBARI, PUNO 2022)"  
**SOLICITANTE** : Bch. Shirley Nilda Mera Liza  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO NAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470454.9 8439048.1  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON 6% CAL + 20% CENIZA DE MALEZA  
**FECHA** : Lunes, 2 de Enero de 2023

|             |   |   |                   |   |                      |
|-------------|---|---|-------------------|---|----------------------|
| MOLDE No    | : | 1 | VOLUMEN DEL MOLDE | : | 2126 cm <sup>3</sup> |
| No DE CAPAS | : | 5 | GOLPES POR CAPA   | : | 56 golpes            |

|                           |                    |       |       |       |       |
|---------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr.                | 10590 | 10642 | 10999 | 10771 |
| Peso del Molde            | gr.                | 6306  | 6306  | 6306  | 6306  |
| Peso del Suelo Humedo     | gr/cm <sup>3</sup> | 4200  | 4546  | 4603  | 4375  |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cm <sup>3</sup> | 1.978 | 2.138 | 2.165 | 2.058 |

| Capsula No                    | No  | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   |
|-------------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capsula        | gr. | 124.73 | 108.28 | 115.11 | 108.47 | 112.95 | 108.89 | 115.14 | 124.90 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr. | 108.70 | 95.20  | 99.35  | 94.28  | 96.35  | 92.76  | 96.27  | 105.78 |
| Peso del Agua                 | gr. | 16.03  | 14.06  | 15.76  | 15.21  | 16.60  | 16.13  | 18.87  | 19.12  |
| Peso de la Capsula            | gr. | 24.53  | 23.85  | 23.74  | 23.74  | 23.74  | 23.74  | 30.67  | 30.68  |
| Peso del Suelo Seco           | gr. | 84.17  | 71.31  | 75.61  | 70.52  | 72.61  | 69.02  | 67.60  | 75.10  |
| % de Humedad                  | %   | 19.04% | 19.72% | 20.8%  | 21.57% | 22.86% | 23.37% | 24.96% | 25.46% |
| Promedio de Humedad           | %   | 19.38% |        | 21.21% |        | 23.12% |        | 25.21% |        |
| Densidad del Suelo Seco       | %   | 1.655  |        | 1.754  |        | 1.769  |        | 1.644  |        |

|         |                |                      |   |                         |
|---------|----------------|----------------------|---|-------------------------|
| METODO: | ASTM D - 1557  | MAXIMA DENSIDAD SECA | : | 1.78 gr/cm <sup>3</sup> |
|         | MODIFICADO "C" | HUMEDAD OPTIMA       | : | 22.1%                   |







### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

Grupo: **GEOCALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECIALES EN ZONAS TROPICALES CON CINIZAS DE MAÍZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO"  
**SOLICITANTE** : Bsch. Shirley Nedyda Maraca Liza  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470608.9 8439048.1  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON 6% CAL + 20% CINIZA DE MAÍZAS  
**FECHA** : 2 de Enero de 2023

|                           |          |             |          |             |          |             |
|---------------------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|
| MOLDE No                  | II       | I           | I        |             |          |             |
| No DE CAPAS               | 5        | 5           | 5        |             |          |             |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 12       | 25          | 56       |             |          |             |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR |

|                           |                    |         |         |         |         |         |         |
|---------------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr.                | 13088   | 12882   | 13181   | 12927   | 13138   | 13014   |
| Peso del Molde            | gr.                | 8033    | 8023    | 8021    | 8021    | 8014    | 8014    |
| Peso del Suelo Humedo     | gr.                | 5053    | 4859    | 5170    | 4906    | 5124    | 5000    |
| Volumen del Suelo         | cm <sup>3</sup>    | 2323.46 | 2323.46 | 2323.46 | 2323.46 | 2323.46 | 2323.46 |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cm <sup>3</sup> | 2.176   | 2.095   | 2.225   | 2.112   | 2.205   | 2.152   |

| Capsula No                    | No     | V      | M      | W      | O      | P      | Q      | Y      | S      | D      |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capsula        | gr.    | 119.00 | 120.00 | 112.96 | 108.20 | 114.00 | 115.29 | 121.40 | 119.38 | 127.80 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr.    | 96.80  | 97.00  | 96.16  | 91.00  | 96.00  | 96.80  | 103.00 | 101.00 | 108.84 |
| Peso del Agua                 | gr.    | 22.20  | 23.00  | 16.79  | 17.20  | 18.00  | 16.49  | 18.40  | 18.38  | 18.86  |
| Peso de la Capsula            | gr.    | 19.80  | 19.71  | 19.99  | 23.65  | 23.84  | 23.96  | 24.23  | 24.56  | 24.11  |
| Peso del Suelo Seco           | gr.    | 76.91  | 77.29  | 76.17  | 67.35  | 71.16  | 74.84  | 78.77  | 76.44  | 84.73  |
| % de Humedad                  | %      | 28.86% | 29.76% | 22.94% | 25.54% | 26.70% | 22.03% | 23.42% | 24.01% | 22.02% |
| Promedio de Humedad           | %      | 29.31% | 22.64% | 26.12% | 22.83% | 23.71% | 22.02% |        |        |        |
| Densidad del Suelo Seco       | gr/cm3 | 1.682  | 1.643  | 1.764  | 1.730  | 1.783  | 1.764  |        |        |        |

### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora       | Tiempo   | Dial  | Expansión mm | %    |
|------------|------------|----------|-------|--------------|------|
| 26/12/2022 | 12:00 a.m. |          | 250.4 | 0            | 0    |
| 27/12/2022 | 12:00 a.m. | 24:00:00 | 306.2 | 1.47         | 1.27 |
| 28/12/2022 | 12:00 a.m. | 48:00:00 | 365.9 | 2.93         | 2.55 |
| 29/12/2022 | 12:00 a.m. | 72:00:00 | 425.6 | 4.45         | 3.88 |
| 30/12/2022 | 12:00 a.m. | 96:00:00 | 482.1 | 5.89         | 5.11 |

### PENETRACION

| Penetración<br>mm | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No III |      |                    |         | MOLDE No II |      |                    |         | MOLDE No I |      |                    |         |
|-------------------|--------|------------|--------------|------|--------------------|---------|-------------|------|--------------------|---------|------------|------|--------------------|---------|
|                   |        |            | Dial         | Kg   | Kg/cm <sup>2</sup> | Correc. | Dial        | Kg   | Kg/cm <sup>2</sup> | Correc. | Dial       | Kg   | Kg/cm <sup>2</sup> | Correc. |
| 0.00              | 0:00   |            | 0.00         | 0.00 |                    |         | 0.00        | 0.00 |                    |         | 0.00       | 0.00 |                    |         |
| 0.63              | 00:30  |            | 21.9         | 1.1  |                    |         | 23.7        | 1.2  |                    |         | 25.7       | 1.3  |                    |         |
| 1.27              | 01:00  |            | 62.7         | 3.2  |                    |         | 67.4        | 3.4  |                    |         | 70.8       | 3.6  |                    |         |
| 1.91              | 01:30  |            | 99.4         | 5.0  |                    |         | 109.5       | 5.5  |                    |         | 110.7      | 5.6  |                    |         |
| 2.54              | 02:00  | 70.31      | 128.7        | 6.5  |                    |         | 140.5       | 7.4  |                    |         | 149.8      | 7.6  |                    |         |
| 3.81              | 03:00  |            | 170.5        | 8.8  |                    |         | 195.2       | 9.9  |                    |         | 203.2      | 10.3 |                    |         |
| 5.09              | 04:00  | 105.00     | 205.4        | 10.4 |                    |         | 228.9       | 11.6 |                    |         | 241.3      | 12.2 |                    |         |
| 6.35              | 05:00  |            | 235.5        | 11.9 |                    |         | 253.8       | 12.8 |                    |         | 265.5      | 13.5 |                    |         |
| 7.62              | 06:00  |            | 266.7        | 13.0 |                    |         | 276.3       | 14.0 |                    |         | 287.8      | 14.5 |                    |         |
| 8.84              | 07:00  |            | 272.4        | 13.8 |                    |         | 288.8       | 14.6 |                    |         | 299.5      | 15.1 |                    |         |
| 10.16             | 08:00  |            | 281.4        | 14.2 |                    |         | 299.4       | 15.1 |                    |         | 309.80     | 15.7 |                    |         |

*[Firma]*  
Bsch. Ing. A. Angeli Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

*[Firma]*  
Ing. Walter Colquhuanca Curo  
Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171





### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

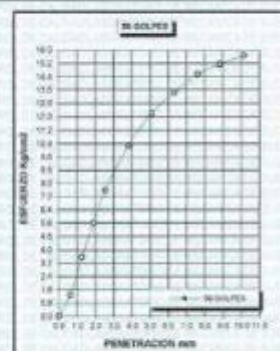
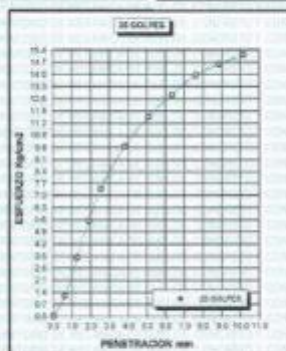
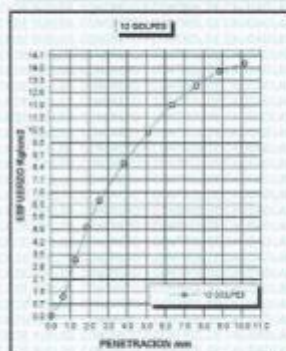
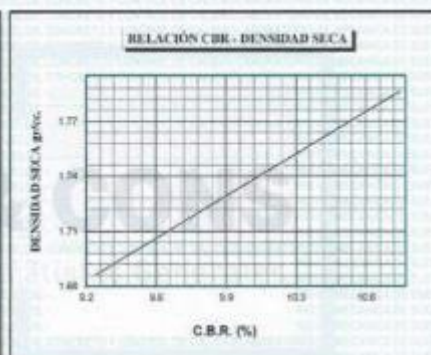
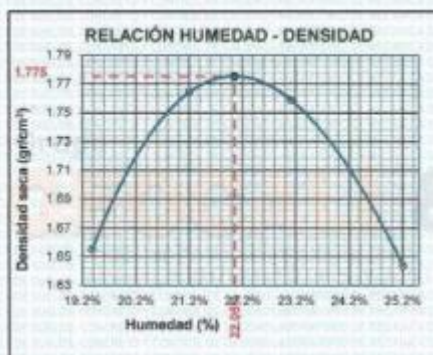
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo: **GEOCALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Geotécnicos

RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

|                    |                                                                                                                                                     |                                                 |          |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------|
| <b>TESIS</b>       | : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MAÍZAS Y CAL, CARRETERA SANJUAN-ALTO INAMAYARI, PUNO 2022" | <b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>     |          |
| <b>SOLICITANTE</b> | : Bach. Shorley Meada Mariaca Liza                                                                                                                  | <b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b> | 1.78     |
| <b>MUESTRA</b>     | : CALICATA ES - MUESTRA EXTRON EN CAL + 20% CENIZA DE MAÍZAS                                                                                        | <b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>                       | 22.1%    |
| <b>UBICACIÓN</b>   | : CARRETERA SANJUAN-ALTO INAMAYARI, PUNO                                                                                                            | <b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>                 | 10.67    |
| <b>COORDENADA</b>  | : 13N 470858.9 5459048.3                                                                                                                            | <b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>                 | 9.32     |
| <b>FECHA</b>       | : Lunes, 2 de Enero de 2023                                                                                                                         | <b>CLASIFICACIÓN</b>                            | : ML     |
|                    |                                                                                                                                                     | <b>AASHTO</b>                                   | : A-4    |
|                    |                                                                                                                                                     | <b>EMBEBIDO</b>                                 | : 4 DIAS |



Bach. Ing. A. Angelique Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Walter Colquehuanza Curo  
Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171





### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

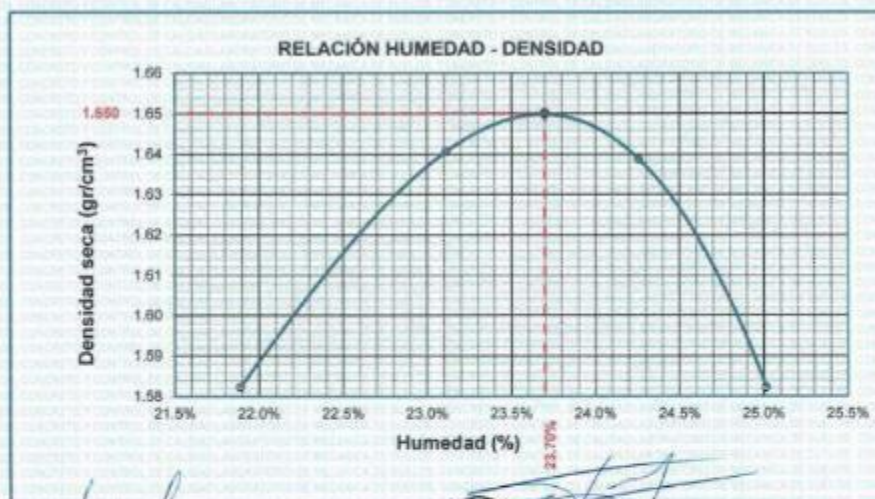
**TESIS** : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Shireley Nilda Maraca Lipa  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 29L 470658.9 8439048.1  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON 8% CAL + 25% CENIZA DE MALEZA  
**FECHA** : Junio, 2 de Enero de 2023

|             |   |   |                   |   |                      |
|-------------|---|---|-------------------|---|----------------------|
| MOLDE No    | : | 1 | VOLUMEN DEL MOLDE | : | 2126 cm <sup>3</sup> |
| No DE CAPAS | : | 5 | GOLPES POR CAPA   | : | 56 golpes            |

|                           |                      |       |       |       |       |
|---------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr.                  | 10496 | 10690 | 10725 | 10601 |
| Peso del Molde            | gr.                  | 6396  | 6396  | 6396  | 6396  |
| Peso del Suelo Humedo     | gr/cm <sup>3</sup> . | 4100  | 4294  | 4329  | 4205  |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cm <sup>3</sup> . | 1.929 | 2.020 | 2.036 | 1.978 |

| Capsula No                    | No  | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   |
|-------------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capsula        | gr. | 89.12  | 100.63 | 80.82  | 86.60  | 106.10 | 80.39  | 117.23 | 104.40 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr. | 76.98  | 86.20  | 69.99  | 74.65  | 89.41  | 68.91  | 95.45  | 88.62  |
| Peso del Agua                 | gr. | 12.14  | 14.43  | 10.83  | 11.95  | 16.69  | 11.48  | 18.78  | 15.78  |
| Peso de la Capsula            | gr. | 21.20  | 20.85  | 22.52  | 23.81  | 20.06  | 21.95  | 22.41  | 26.33  |
| Peso del Suelo Seco           | gr. | 55.78  | 65.35  | 47.47  | 51.04  | 69.35  | 46.96  | 73.04  | 62.29  |
| % de Humedad                  | %   | 21.76% | 22.91% | 22.81% | 23.41% | 24.0%  | 24.45% | 24.70% | 25.33% |
| Promedio de Humedad           | %   | 21.89% |        | 23.11% |        | 24.26% |        | 25.02% |        |
| Densidad del Suelo Seco       | %   | 1.582  |        | 1.641  |        | 1.639  |        | 1.582  |        |

|         |                                 |                      |   |                         |
|---------|---------------------------------|----------------------|---|-------------------------|
| METODO: | ASTM D - 1557<br>MODIFICADO "C" | MAXIMA DENSIDAD SECA | : | 1.65 gr/cm <sup>3</sup> |
|         |                                 | HUMEDAD OPTIMA       | : | 23.7%                   |







### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. Shirley Nilda Manzo Uza

**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO

**COORDENADA** : 106.470858 S 8436048 E

**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.

**MUESTRA** : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON 8% CAL + 25% CENIZA DE MALEZA

**FECHA** : lunes, 2 de Enero de 2023

|                           |          |             |          |             |          |             |
|---------------------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|
| MOLDE No                  | II       |             | II       |             | I        |             |
| No DE CAPAS               | 5        |             | 5        |             | 5        |             |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 12       |             | 25       |             | 56       |             |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR |

|                           |                   |         |         |         |         |         |         |
|---------------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr.               | 12728   | 12409   | 12720   | 12504   | 12842   | 12699   |
| Peso del Molde            | gr.               | 8033    | 8023    | 8021    | 8021    | 8014    | 8014    |
| Peso del Suelo Humedo     | gr.               | 4695    | 4386    | 4699    | 4483    | 4828    | 4685    |
| Volumen del Suelo         | cm <sup>3</sup>   | 2323.46 | 2323.46 | 2323.46 | 2323.46 | 2323.46 | 2323.46 |
| Densidad del Suelo Humedo | g/cm <sup>3</sup> | 2.021   | 1.888   | 2.022   | 1.929   | 2.078   | 2.016   |

| Capítulo No                   | No    | C      | S      | P      | R      | L      | I      | G      | M      | A      |
|-------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capsula        | gr.   | 117.20 | 116.20 | 115.18 | 120.60 | 120.40 | 117.59 | 119.20 | 119.80 | 118.51 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr.   | 95.54  | 95.00  | 97.24  | 99.26  | 99.19  | 99.09  | 99.06  | 100.22 | 100.02 |
| Peso del Agua                 | gr.   | 21.66  | 21.20  | 17.94  | 21.34  | 21.21  | 18.50  | 20.14  | 19.58  | 18.49  |
| Peso de la Capsula            | gr.   | 21.55  | 21.96  | 21.02  | 20.45  | 20.56  | 20.85  | 21.52  | 21.60  | 21.87  |
| Peso del Suelo Seco           | gr.   | 73.99  | 73.04  | 76.22  | 78.81  | 78.63  | 78.24  | 77.54  | 78.62  | 78.35  |
| % de Humedad                  | %     | 29.43% | 29.02% | 23.54% | 27.08% | 26.87% | 23.65% | 25.87% | 24.92% | 23.65% |
| Promedio de Humedad           | %     | 29.23% | 23.54% | 27.03% | 23.65% | 25.44% | 23.60% |        |        |        |
| Densidad del Suelo Seco       | g/cm3 | 1.564  | 1.528  | 1.582  | 1.592  | 1.560  | 1.657  | 1.631  |        |        |

### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora       | Tiempo   | Dial | Expansión mm | % | Dial | Expansión mm | % | Dial  | Expansión mm | %    |
|------------|------------|----------|------|--------------|---|------|--------------|---|-------|--------------|------|
| 26/12/2022 | 12:00 a.m. |          |      |              |   |      |              |   | 210.0 | 0            | 0    |
| 27/12/2022 | 12:00 a.m. | 24:00:00 |      |              |   |      |              |   | 262.3 | 1.33         | 1.15 |
| 28/12/2022 | 12:00 a.m. | 48:00:00 |      |              |   |      |              |   | 314.0 | 2.54         | 2.29 |
| 29/12/2022 | 12:00 a.m. | 72:00:00 |      |              |   |      |              |   | 366.0 | 3.98         | 3.44 |
| 30/12/2022 | 12:00 a.m. | 96:00:00 |      |              |   |      |              |   | 416.0 | 5.28         | 4.58 |

### PENETRACION

| Penetración<br>mm | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No. III |       |                    |         | MOLDE No. II |       |                    |         | MOLDE No. I |       |                    |         |
|-------------------|--------|------------|---------------|-------|--------------------|---------|--------------|-------|--------------------|---------|-------------|-------|--------------------|---------|
|                   |        |            | Dial          | Kg    | Kg/cm <sup>2</sup> | Correc. | Dial         | Kg    | Kg/cm <sup>2</sup> | Correc. | Dial        | Kg    | Kg/cm <sup>2</sup> | Correc. |
| 0.00              | 0:00   |            |               | 0.00  | 0.00               |         |              | 0.00  | 0.00               |         |             | 0.00  | 0.00               |         |
| 0.83              | 00:30  |            |               | 23.2  | 1.2                |         |              | 26.4  | 1.3                |         |             | 29.7  | 1.5                |         |
| 1.27              | 01:00  |            |               | 54.8  | 3.3                |         |              | 71.7  | 3.6                |         |             | 78.4  | 4.0                |         |
| 1.91              | 01:30  |            |               | 106.7 | 5.5                |         |              | 113.2 | 5.7                |         |             | 124.5 | 6.3                |         |
| 2.54              | 02:00  | 70.31      |               | 146.2 | 7.4                |         |              | 152.7 | 7.7                |         |             | 167.9 | 8.5                |         |
| 3.81              | 03:00  |            |               | 204.4 | 10.3               |         |              | 209.3 | 10.6               |         |             | 229.5 | 11.6               |         |
| 5.09              | 04:00  | 105.00     |               | 246.7 | 12.5               |         |              | 257.0 | 13.0               |         |             | 278.3 | 14.1               |         |
| 6.36              | 05:00  |            |               | 278.1 | 14.0               |         |              | 290.6 | 14.7               |         |             | 324.2 | 16.4               |         |
| 7.62              | 06:00  |            |               | 295.5 | 14.9               |         |              | 319.7 | 16.2               |         |             | 359.4 | 18.2               |         |
| 8.84              | 07:00  |            |               | 306.3 | 15.6               |         |              | 340.3 | 17.2               |         |             | 384.2 | 19.4               |         |
| 10.16             | 08:00  |            |               | 319.5 | 16.2               |         |              | 352.9 | 17.8               |         |             | 397.9 | 20.1               |         |

Bach. Ing. A. Angel Quique Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
GEOTECNIA Y MATERIALES

Walter Colque Juana Lina  
Sistema y Muestreo de Suelos  
CIP N° 209171



### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

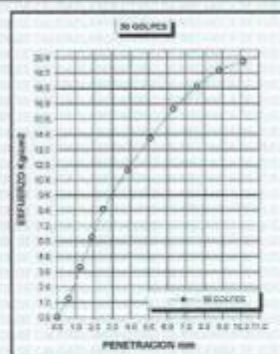
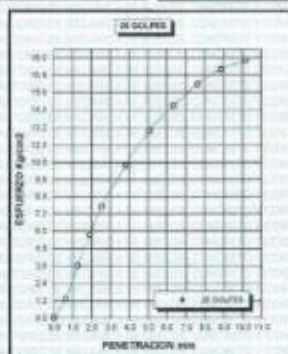
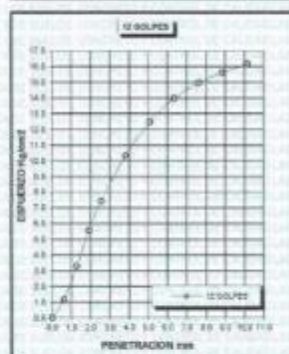
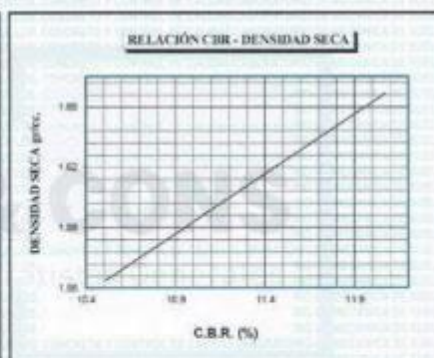
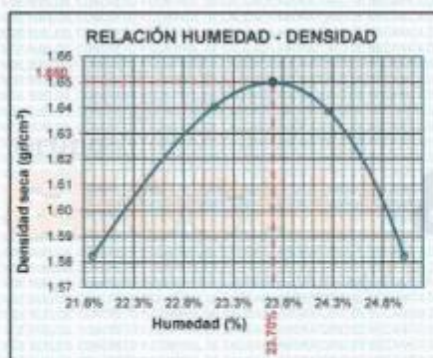
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

|                    |                                                                                                                                              |                                                 |               |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------|
| <b>TESIS</b>       | ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MAÍZAS Y CAL, CARRETERA SANDA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022 | <b>METODO DE COMPACTACIÓN</b>                   | ASTM D1557-91 |
| <b>SOLICITANTE</b> | Bach. Shirley Nescia Marías Liza                                                                                                             | <b>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b> | 1.65          |
| <b>MUESTRA</b>     | CALICATA 05 - MUESTRA PATRON EN CAL + 20% CENIZA DE MAÍZAS                                                                                   | <b>HUMEDAD OPTIMA (%)</b>                       | 23.7%         |
| <b>UBICACIÓN</b>   | CARRETERA SANDA-ALTO INAMBARI, PUNO                                                                                                          | <b>CBR AL 100 DE M.D.S. (%)</b>                 | 11.96         |
| <b>COORDENADA</b>  | 10L 470808 - 8419042 E                                                                                                                       | <b>CBR AL 95% DE M.D.S. (%)</b>                 | 10.57         |
| <b>FECHA</b>       | Jueves, 2 de Enero de 2023                                                                                                                   | <b>CLASIFICACIÓN</b>                            | ML            |
|                    |                                                                                                                                              | <b>AASHTO</b>                                   | A-4           |
|                    |                                                                                                                                              | <b>EMBEBIDO</b>                                 | 4 DIAS        |



*[Signature]*  
Bach. Ing. A. Angel Luque Puma  
TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

*[Signature]*  
Ing. Wilma Colquichima Lazo  
Edu. Colquichima y Macías de Rivas  
CIP. N° 209171





### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



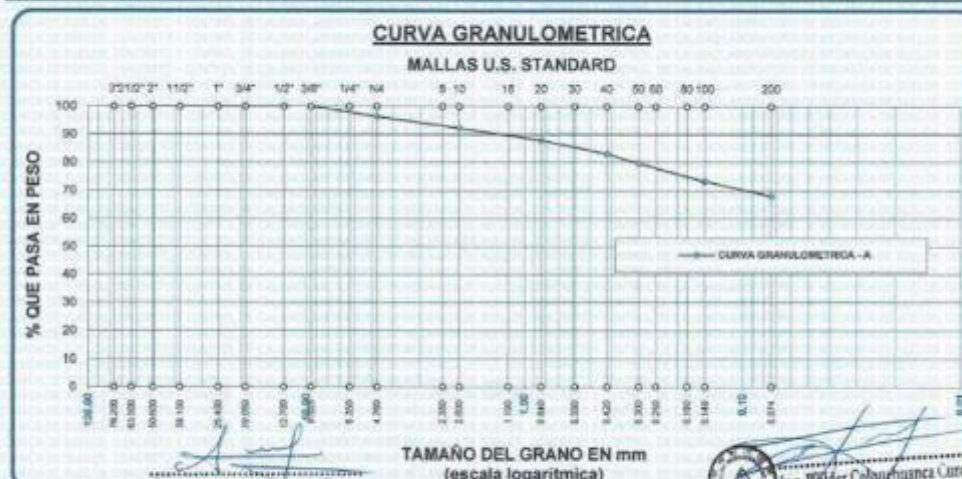
RUC.: 20605082310

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

**TESIS** : "ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL"  
**SOLICITANTE** : Bach. Shirley Neeza Maraza Lips  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUÑO  
**COORDENADA** : 15L 470661 1 8439046.8  
**CALICATA** : C - 02  
**MUESTRA** : MUESTRA PATRON  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**FECHA** : Lunes, 19 de Diciembre de 2022

| TAMICES ASTM | ABERTURA mm | PESO RETENIDO | %RETENIDO PARCIAL | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | ESPECIF. % Pasa En Peso | TAMANO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|-------------|---------------|-------------------|---------------------|------------|-------------------------|------------------------------------------|
| 3"           | 76.200      |               |                   |                     |            |                         | P.L.= 500.00                             |
| 2 1/2"       | 63.500      | 0.00          | 0.00              | 0.00                | 100.00     |                         | P.L.= 176.34                             |
| 2"           | 50.800      | 0.00          | 0.00              | 0.00                | 100.00     |                         | P.P.= 423.66                             |
| 1 1/2"       | 38.100      | 0.00          | 0.00              | 0.00                | 100.00     |                         | % W = 16.23                              |
| 1"           | 25.400      | 0.00          | 0.00              | 0.00                | 100.00     |                         | LIMITES DE CONSISTENCIA:                 |
| 3/4"         | 19.050      | 0.00          | 0.00              | 0.00                | 100.00     |                         | LL = 48.26                               |
| 1/2"         | 12.700      | 0.00          | 0.00              | 0.00                | 100.00     |                         | LP = 22.62                               |
| 3/8"         | 9.525       | 0.00          | 0.00              | 0.00                | 100.00     |                         | LP = 26.63                               |
| 1/4"         | 6.350       |               |                   |                     |            |                         | CARACT. GRANULOMETRICAS:                 |
| No4          | 4.750       | 22.00         | 3.67              | 3.67                | 96.33      |                         | D10= --- Cu= ---                         |
| No8          | 2.380       |               |                   |                     |            |                         | D30= --- Cc= ---                         |
| No10         | 2.000       | 25.56         | 4.26              | 7.77                | 92.23      |                         | D60= ---                                 |
| No16         | 1.190       |               |                   |                     |            |                         | CLASIFICACION:                           |
| No20         | 0.840       | 27.56         | 4.59              | 12.20               | 87.80      |                         | SUCS : CL                                |
| No30         | 0.590       |               |                   |                     |            |                         | AASHTO : A-6                             |
| No40         | 0.420       | 30.52         | 5.09              | 17.10               | 82.90      |                         | OBSERVACIONES:                           |
| No50         | 0.300       | 20.65         | 3.44              | 20.41               | 79.59      |                         |                                          |
| No60         | 0.250       |               |                   |                     |            |                         |                                          |
| No80         | 0.180       |               |                   |                     |            |                         |                                          |
| No100        | 0.149       | 39.59         | 6.80              | 26.77               | 73.23      |                         |                                          |
| No200        | 0.074       | 32.46         | 5.41              | 31.98               | 68.02      |                         |                                          |
| BASE         |             | 423.66        | 70.61             | 100.00              | 0.00       |                         |                                          |
| TOTAL        |             | 600.00        | 100.00            |                     |            |                         |                                          |
| % PERDIDA    |             | 70.61         |                   |                     |            |                         |                                          |



### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

#### ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS:** 1. "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENZAS DE MALEZAS Y CAL."  
**SOLICITANTE:** 1. Bach. Shirley Neeza Marasa Lipa  
**UBICACIÓN:** 1. CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA:** 1. 13L 470981.1 8439048.5  
**CALCATA:** 1. C - 02  
**MUESTRA:** 1. MUESTRA PATRON  
**PROFUNDIDAD:** 1. 1.50 m.  
**FECHA:** 1. Lunes, 19 de Diciembre del 2022

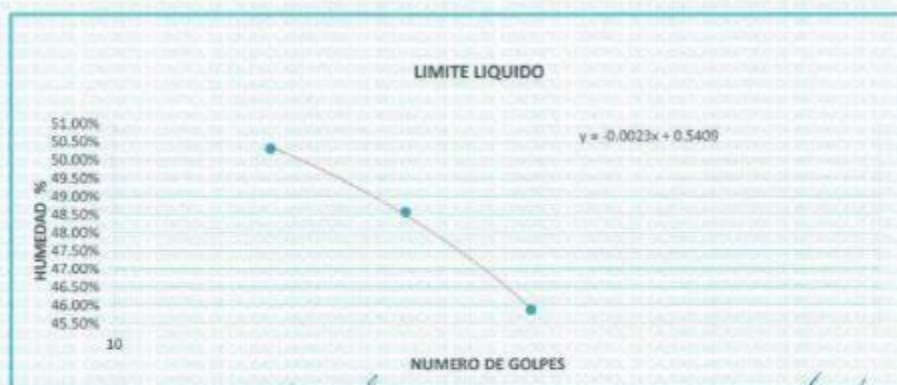
#### LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO                 | No | 1      | 2      | 3      |
|------------------------|----|--------|--------|--------|
| CAPSULA                | No | 2-1    | 2-2    | 2-3    |
| CAPSULA + SUELO HUMEDO | gr | 79.17  | 80.42  | 78.85  |
| CAPSULA + SUELO SECO   | gr | 73.4   | 74.82  | 73.78  |
| AGUA                   | gr | 5.77   | 5.6    | 5.07   |
| PESO DE LA CAPSULA     | gr | 81.93  | 83.29  | 82.73  |
| PESO DEL SUELO SECO    | gr | 11.47  | 11.53  | 11.05  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD   | %  | 50.31% | 48.67% | 46.88% |
| NUMERO DE GOLPES       | N  | 16     | 24     | 35     |

#### LIMITE PLASTICO

| ENSAYO                 | No | 1      | 2      |
|------------------------|----|--------|--------|
| CAPSULA                | No | 2-4    | 2-5    |
| CAPSULA + SUELO HUMEDO | gr | 30.59  | 33.66  |
| CAPSULA + SUELO SECO   | gr | 31.25  | 31.3   |
| AGUA                   | gr | 2.34   | 2.36   |
| PESO DE LA CAPSULA     | gr | 20.92  | 20.85  |
| PESO DEL SUELO SECO    | gr | 10.33  | 10.45  |
| LIMITE PLASTICO        | %  | 22.66% | 22.58% |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| LIMITE LIQUIDO        | 48.25 |
| LIMITE PLASTICO       | 22.62 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 25.63 |



Bach. Ing. A. Angel Luque Puma  
 TECNICO DE LABORATORIO

Ing. Wilder Colquevaranca Curo  
 Ingeniero Geotecnico y Mecanica de Suelos



### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

#### ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL"  
**SOLICITANTE** : Bach. Sherry Needa Maraza Lipa  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 10L 470861.1 8430048.8  
**CALICATA** : C-02  
**MUESTRA** : MUESTRA PATRON + 2% CAL + 10% CENIZA DE MALEZA  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m  
**FECHA** : Lunes, 19 de Diciembre de 2022

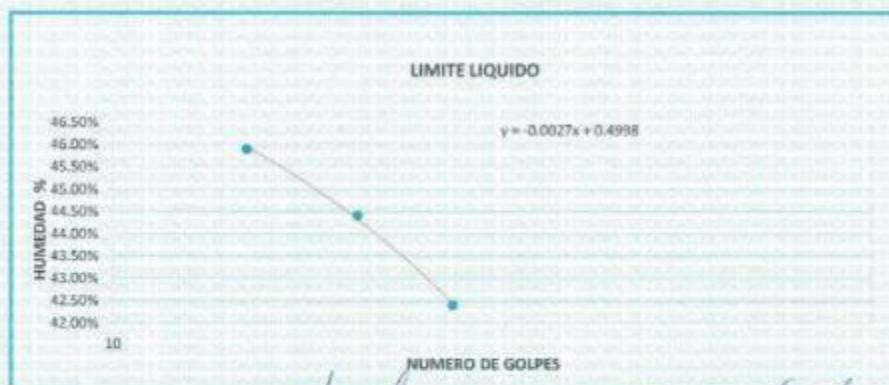
#### LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO                 | No | 1      | 2      | 3      |
|------------------------|----|--------|--------|--------|
| CAPSULA                | No | E-01   | E-02   | E-03   |
| CAPSULA + SUELO HUMEDO | g  | 46.95  | 58.17  | 53.88  |
| CAPSULA + SUELO SECO   | g  | 40     | 46.8   | 44     |
| AGUA                   | g  | 8.95   | 11.37  | 9.88   |
| PESO DE LA CAPSULA     | g  | 20.5   | 21.2   | 20.7   |
| PESO DEL SUELO SECO    | g  | 19.5   | 25.6   | 23.3   |
| CONTENIDO DE HUMEDAD   | %  | 45.90% | 44.41% | 42.40% |
| NUMERO DE GOLPES       | N  | 15     | 21     | 28     |

#### LIMITE PLASTICO

| ENSAYO                 | No | 1      | 2      |
|------------------------|----|--------|--------|
| CAPSULA                | No | E-04   | E-05   |
| CAPSULA + SUELO HUMEDO | g  | 32.45  | 32.59  |
| CAPSULA + SUELO SECO   | g  | 30.43  | 30.5   |
| AGUA                   | g  | 2.02   | 2.09   |
| PESO DE LA CAPSULA     | g  | 21.7   | 21.8   |
| PESO DEL SUELO SECO    | g  | 8.73   | 8.7    |
| LIMITE PLASTICO        | %  | 23.14% | 24.62% |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| LIMITE LIQUIDO        | 43.26 |
| LIMITE PLASTICO       | 23.58 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 19.67 |



Bach. Ing. A. Angel Luque Puma  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA

Ing. Wilber Colquehuancu Luyo  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA



### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo: **GEOCALI & CONS**  
Consultores y Contratistas Geotécnicos

RUC.: 20605082310

#### ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS**: ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL.  
**SOLICITANTE**: Bach. Shockey Niveda Maraza Lipa  
**UBICACIÓN**: CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA**: 19L 470661.1 8436046.6  
**CALICATA**: C - 02  
**MUESTRA**: MUESTRA PATRON 4% CAL + 15% CENIZA DE MALEZA  
**PROFUNDIDAD**: 1.50 m.  
**FECHA**: Lunes, 19 de Diciembre de 2022

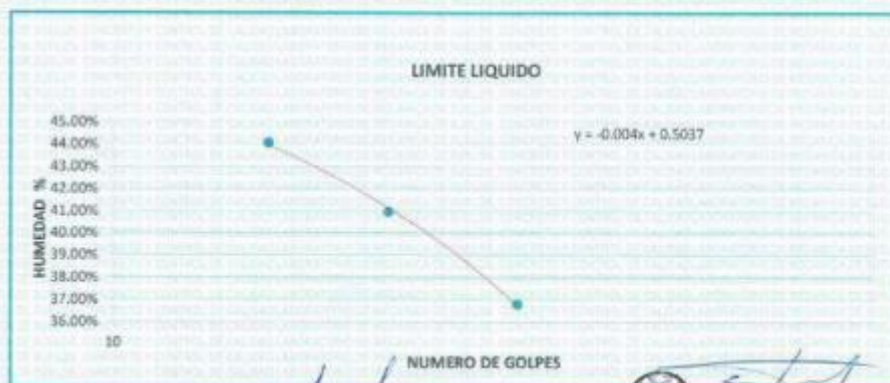
#### LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO                 | No | 1      | 2      | 3      |
|------------------------|----|--------|--------|--------|
| CAPSULA                | No | F-01   | F-02   | F-03   |
| CAPSULA + SUELO HUMEDO | gr | 85.9   | 80.56  | 84.47  |
| CAPSULA + SUELO SECO   | gr | 78.7   | 82.64  | 78.43  |
| AGUA                   | gr | 7.2    | 7.92   | 6.04   |
| PESO DE LA CAPSULA     | gr | 82.36  | 83.31  | 82.02  |
| PESO DEL SUELO SECO    | gr | 16.34  | 19.33  | 16.41  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD   | %  | 44.06% | 40.97% | 36.81% |
| NUMERO DE GOLPES       | N  | 16     | 23     | 34     |

#### LIMITE PLASTICO

| ENSAYO                 | No | 1      | 2      |
|------------------------|----|--------|--------|
| CAPSULA                | No | F-04   | F-05   |
| CAPSULA + SUELO HUMEDO | gr | 28.1   | 27.34  |
| CAPSULA + SUELO SECO   | gr | 26.44  | 25.76  |
| AGUA                   | gr | 1.66   | 1.58   |
| PESO DE LA CAPSULA     | gr | 19.8   | 19.52  |
| PESO DEL SUELO SECO    | gr | 6.64   | 6.24   |
| LIMITE PLASTICO        | %  | 25.00% | 25.32% |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| LIMITE LIQUIDO        | 40.35 |
| LIMITE PLASTICO       | 25.16 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 15.19 |



Bach. Ing. A. Angel Lucio Puma



Ing. Wilber Calvo  
E. Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos



### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

#### ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : ESTABILIZACION DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL  
**SOLICITANTE** : Bach. Sherry Nevada Maraza Lpa  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANCHA ALTO INAMBIAR, PUNO  
**COORDENADA** : 13L 470961.1 8439046.6  
**CALICATA** : C - 02  
**MUESTRA** : MUESTRA PATRON 6% CAL + 25% CENIZA DE MALEZA  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m  
**FECHA** : lunes, 15 de Diciembre de 2022

#### LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO                 | No | 1      | 2      | 3      |
|------------------------|----|--------|--------|--------|
| CAPSULA                | No | H-01   | H-02   | H-03   |
| CAPSULA + SUELO HUMEDO | gr | 58.6   | 59.63  | 61.87  |
| CAPSULA + SUELO SECO   | gr | 48.62  | 49.87  | 51.62  |
| AGUA                   | gr | 9.98   | 9.75   | 10.25  |
| PESO DE LA CAPSULA     | gr | 20.6   | 21.8   | 21.3   |
| PESO DEL SUELO SECO    | gr | 28.02  | 28.07  | 30.32  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD   | %  | 39.62% | 34.73% | 33.81% |
| NUMERO DE GOLPES       | N  | 19     | 24     | 34     |

#### LIMITE PLASTICO

| ENSAYO                 | No | 1      | 2      |
|------------------------|----|--------|--------|
| CAPSULA                | No | H-04   | H-05   |
| CAPSULA + SUELO HUMEDO | gr | 26.56  | 27.35  |
| CAPSULA + SUELO SECO   | gr | 25.02  | 25.7   |
| AGUA                   | gr | 1.54   | 1.65   |
| PESO DE LA CAPSULA     | gr | 19.75  | 20.13  |
| PESO DEL SUELO SECO    | gr | 5.27   | 5.57   |
| LIMITE PLASTICO        | %  | 29.22% | 29.62% |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| LIMITE LIQUIDO        | 34.66 |
| LIMITE PLASTICO       | 29.42 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 5.23  |







### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo  
**GEOCALI & CONS**

Consultores y Contratistas Generales

RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

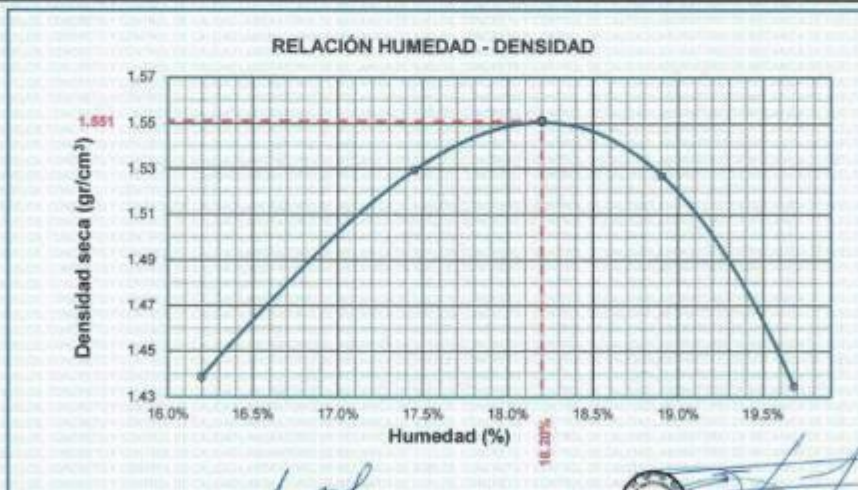
**PROYECTO** : "ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. Shirley Nieves Mariza Liza  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : IN. 670661.1 6439846.6  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - MUESTRA PATRON  
**FECHA** : martes, 3 de Enero de 2023

|             |   |   |                   |   |                      |
|-------------|---|---|-------------------|---|----------------------|
| MOLDE No    | : | 1 | VOLUMEN DEL MOLDE | : | 2126 cm <sup>3</sup> |
| No DE CAPAS | : | 5 | GOLPES POR CAPA   | : | 56 golpes            |

|                           |                    |       |       |       |       |
|---------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr.                | 9950  | 10215 | 10255 | 10045 |
| Peso del Molde            | gr.                | 6396  | 6396  | 6396  | 6396  |
| Peso del Suelo Humedo     | gr/cm <sup>3</sup> | 3554  | 3819  | 3859  | 3650  |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cm <sup>3</sup> | 1.672 | 1.796 | 1.816 | 1.717 |

| Capsula No                    | No  | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   |
|-------------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capsula        | gr. | 110.25 | 132.35 | 108.27 | 120.02 | 133.46 | 113.30 | 158.82 | 111.29 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr. | 98.15  | 118.14 | 95.22  | 105.12 | 115.84 | 98.80  | 135.74 | 96.84  |
| Peso del Agua                 | gr. | 12.10  | 16.21  | 13.05  | 14.90  | 17.62  | 14.50  | 23.08  | 14.45  |
| Peso de la Capsula            | gr. | 20.60  | 19.60  | 20.20  | 20.05  | 21.50  | 22.00  | 18.90  | 22.50  |
| Peso del Suelo Seco           | gr. | 77.55  | 98.54  | 75.02  | 85.12  | 94.34  | 76.80  | 115.84 | 74.34  |
| % de Humedad                  | %   | 15.00% | 16.73% | 17.4%  | 17.50% | 18.93% | 18.86% | 18.92% | 19.44% |
| Promedio de Humedad           | %   | 16.20% |        | 17.45% |        | 18.90% |        | 18.88% |        |
| Densidad del Suelo Seco       | %   | 1.439  |        | 1.530  |        | 1.527  |        | 1.435  |        |

|         |                                 |                      |   |                         |
|---------|---------------------------------|----------------------|---|-------------------------|
| METODO: | ASTM D - 1557<br>MODIFICADO "C" | MAXIMA DENSIDAD SECA | : | 1.55 gr/cm <sup>3</sup> |
|         |                                 | HUMEDAD OPTIMA       | : | 18.2%                   |



Ing. Walter Colquichima Lora



Ing. Walter Colquichima Lora





### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

#### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**PROYECTO** : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES DE CAMINOS VECIALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MALEZAS Y CAL, CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**SOLICITANTE** : Bach. Shirley Rosado Marado Liza  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA-ALTO INAMBARI, PUNO  
**COORDENADA** : 19L 470651.1 9435040.5  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - MUESTRA PATRON  
**FECHA** : martes, 3 de Enero de 2023.

|                           |          |             |          |             |          |             |
|---------------------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|
| MOLDE No                  | III      | II          | I        |             |          |             |
| No DE CAPAS               | 5        | 5           | 5        |             |          |             |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 12       | 25          | 56       |             |          |             |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR |

|                           |                    |         |         |         |         |         |         |
|---------------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr.                | 12385   | 12002   | 12357   | 12009   | 12431   | 12247   |
| Peso del Molde            | gr.                | 8033    | 8033    | 8021    | 8021    | 8014    | 8014    |
| Peso del Suelo Humedo     | gr.                | 4353    | 3969    | 4336    | 3988    | 4417    | 4233    |
| Volumen del Suelo         | cm <sup>3</sup>    | 2323.46 | 2323.46 | 2323.46 | 2323.46 | 2323.46 | 2323.46 |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cm <sup>3</sup> | 1.873   | 1.708   | 1.866   | 1.716   | 1.901   | 1.822   |

| Capsula No                    | No                 | N      | P      | M      | E      | D      | B      | C      | H      | J      |
|-------------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capsula        | gr                 | 159.00 | 159.60 | 152.26 | 174.20 | 175.60 | 172.25 | 175.59 | 190.35 | 154.90 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr                 | 129.20 | 129.50 | 131.99 | 145.80 | 146.20 | 140.62 | 150.20 | 160.97 | 134.97 |
| Peso del Agua                 | gr                 | 29.80  | 30.10  | 20.27  | 28.70  | 29.40  | 21.63  | 25.39  | 29.28  | 19.93  |
| Peso de la Capsula            | gr                 | 20.38  | 20.40  | 20.66  | 31.00  | 31.20  | 31.50  | 37.90  | 29.00  | 25.00  |
| Peso del Suelo Seco           | gr                 | 108.82 | 109.10 | 111.43 | 114.80 | 115.00 | 119.12 | 112.70 | 131.97 | 109.97 |
| % de Humedad                  | %                  | 27.55  | 27.59  | 18.19  | 25.07  | 25.57  | 18.18  | 22.45  | 22.19  | 18.12  |
| Promedio de Humedad           | %                  | 27.49  | 18.15  | 25.32  | 18.16  | 22.32  | 18.12  |        |        |        |
| Densidad del Suelo Seco       | gr/cm <sup>3</sup> | 1.470  | 1.445  | 1.489  | 1.453  | 1.554  | 1.542  |        |        |        |

#### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora       | Tiempo   | Dial  | Expansión |
|------------|------------|----------|-------|-----------|
| 27/12/2022 | 12:00 a.m. |          | 325.6 | 0         |
| 28/12/2022 | 12:00 a.m. | 24:00:00 | 377.8 | 1.33      |
| 29/12/2022 | 12:00 a.m. | 48:00:00 | 430.2 | 2.66      |
| 30/12/2022 | 12:00 a.m. | 72:00:00 | 482.6 | 3.99      |
| 31/12/2022 | 12:00 a.m. | 96:00:00 | 535.6 | 5.33      |

#### PENETRACION

| Penetración<br>mm | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No III |      |                    |         | MOLDE No II |    |                    |         | MOLDE No I |      |                    |         |
|-------------------|--------|------------|--------------|------|--------------------|---------|-------------|----|--------------------|---------|------------|------|--------------------|---------|
|                   |        |            | Dial         | Kg   | Kg/cm <sup>2</sup> | Correc. | Dial        | Kg | Kg/cm <sup>2</sup> | Correc. | Dial       | Kg   | Kg/cm <sup>2</sup> | Correc. |
| 0.00              | 0:00   |            | 0.00         | 0.00 |                    | 0.00    | 0.00        |    | 0.00               | 0.00    |            | 0.00 | 0.00               |         |
| 0.53              | 00:30  |            | 19.2         | 0.8  |                    | 19.6    | 1.0         |    | 22.7               | 1.1     |            |      |                    |         |
| 1.27              | 01:00  |            | 26.7         | 1.3  |                    | 30.7    | 1.5         |    | 36.5               | 2.0     |            |      |                    |         |
| 1.91              | 01:30  |            | 37.8         | 1.9  |                    | 42.4    | 2.1         |    | 58.5               | 2.9     |            |      |                    |         |
| 2.54              | 02:00  | 79.31      | 48.7         | 2.5  |                    | 53.7    | 2.7         |    | 70.8               | 3.6     |            |      |                    |         |
| 3.81              | 03:00  |            | 64.2         | 3.2  |                    | 75.5    | 4.0         |    | 100.3              | 5.1     |            |      |                    |         |
| 5.09              | 04:00  | 105.00     | 75.6         | 3.8  |                    | 98.5    | 5.0         |    | 124.5              | 6.3     |            |      |                    |         |
| 6.35              | 05:00  |            | 85.4         | 4.4  |                    | 117.3   | 5.9         |    | 149.5              | 7.6     |            |      |                    |         |
| 7.62              | 06:00  |            | 98.4         | 5.0  |                    | 125.3   | 6.8         |    | 171.4              | 8.7     |            |      |                    |         |
| 8.84              | 07:00  |            | 109.2        | 5.5  |                    | 147.2   | 7.4         |    | 187.1              | 9.5     |            |      |                    |         |
| 10.16             | 08:00  |            | 116.5        | 5.9  |                    | 154.2   | 7.5         |    | 198.5              | 10.0    |            |      |                    |         |

Bach. Ing. A. Angel Luque Puma  
 TECNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilber Colque Huancana Lora  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

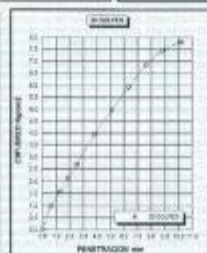
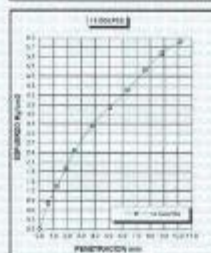
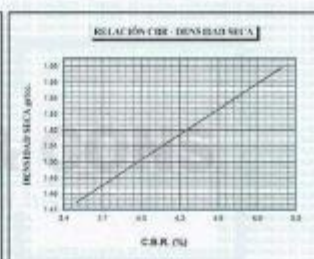
## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Brigada  
**GEOCALI & CONS**  
Consultoría y Construcción Generalista

RUC.: 20605082310

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN  
MTC E 132-2000

[illegible]

Boat, Ing. A. Jorge Díaz, asistente  
TÉCNICO DEL LABORATORIO QUÍMICO  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

 **Instituto Registral y Catastral**  
C/Alfonso de Eslizalde, 10 - 28014 Madrid  
Tel. 91 399 61 00 - Fax 91 399 61 01  
C.P. 28014



### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

**PROYECTO** 1. ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DE CAMBIOS VEGETALES EN ZONAS TROPICALES CON CERCAS DE HEDIZAS Y CAL, CARRETERA SANJOAQUÍN-ALTO  
**SOLICITANTE** 2. Ing. Shirley Rueda Huanca Lora  
**UBICACIÓN** 3. CARRETERA SANJOAQUÍN-ALTO (MAYABAL, PERÚ)  
**COORDENADA** 4. 10° 47' 00" S 78° 00' 00" W  
**PROFUNDIDAD** 5. 1.50 m  
**MUESTRA** 6. CALKALVA EL - MUESTRA HUMIDA + 20% CAS + 10% ES NUDO DE MARIKAL  
**FECHA** 7. martes, 3 de Enero de 2023

|             |   |   |                   |                      |
|-------------|---|---|-------------------|----------------------|
| MOLDE No    | 1 | 1 | VOLUMEN DEL MOLDE | 2728 cm <sup>3</sup> |
| No DE CAPAS | 1 | 5 | GOLPES POR CAPA   | 95 golpes            |

|                           |                    |       |       |       |       |
|---------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr.                | 10320 | 10361 | 10453 | 10110 |
| Peso del Molde            | gr.                | 6360  | 6398  | 6390  | 6390  |
| Peso del Suelo Humedo     | gr/cm <sup>3</sup> | 3960  | 3963  | 4063  | 3720  |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cm <sup>3</sup> | 1.708 | 1.805 | 1.869 | 1.747 |

| Capas No                    | No  | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   |
|-----------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capas        | gr. | 112.56 | 120.84 | 112.53 | 147.88 | 116.87 | 123.79 | 111.23 | 133.31 |
| Peso del Suelo Seco + Capas | gr. | 88.73  | 107.80 | 89.67  | 107.84 | 88.30  | 107.11 | 86.83  | 114.75 |
| Peso del Agua               | gr. | 23.83  | 13.04  | 22.86  | 39.04  | 28.57  | 16.68  | 24.40  | 18.56  |
| Peso de la Capas            | gr. | 22.01  | 27.85  | 24.01  | 22.88  | 23.41  | 24.71  | 23.88  | 25.70  |
| Peso del Suelo Seco         | gr. | 66.72  | 80.00  | 65.66  | 84.96  | 64.89  | 82.40  | 62.95  | 89.05  |
| % de Humedad                | %   | 19.07% | 16.36% | 19.65% | 19.21% | 16.71% | 20.24% | 20.15% | 20.84% |
| Promedio de Humedad         | %   | 18.38% |        | 18.83% |        | 18.35% |        | 20.20% |        |
| Densidad del Suelo Seco     | %   | 1.448  |        | 1.569  |        | 1.681  |        | 1.480  |        |

|                |               |                      |                         |
|----------------|---------------|----------------------|-------------------------|
| METODO:        | ASTM D - 1557 | MAXIMA DENSIDAD SECA | 1.83 gr/cm <sup>3</sup> |
| MODIFICADO "C" |               | HUMEDAD OPTIMA       | 19.5%                   |





### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

#### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**PROYECTO** : TOTALIZACIÓN DE SUBMANTOS DE CAMINOS RURALES EN ZONAS TROPICALES CON CLIMA DE MALLÓN Y CAL, CANTÓN SAN DOLDO, MANABÍ, PUNO  
**SOLICITANTE** : SAGT, S.A. de C.V.  
**UBICACIÓN** : CANTÓN SAN DOLDO, PUNO  
**COORDENADA** : 1° 40' 00" S, 78° 00' 00" W  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m  
**MUESTRA** : CALICATA ESP. - MUESTRA PATRÓN + 3% CAL + 10% CENIZA DE MALEZA  
**FECHA** : marzo, 3 de mayo de 2023

| MOLDE No.                 | II       | II           | I        |
|---------------------------|----------|--------------|----------|
| No. DE CAPAS              | 5        | 5            | 5        |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 12       | 25           | 56       |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SATURADO | SEMISATURADO | SATURADO |

|                           |                    |         |         |         |         |         |         |
|---------------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Peso del molde + arena    | gr.                | 12244   | 12255   | 12257   | 12255   | 12253   | 12449   |
| Peso del molde            | gr.                | 8033    | 8033    | 8021    | 8021    | 8014    | 8074    |
| Peso del suelo húmedo     | gr.                | 4211    | 4222    | 4236    | 4234    | 4239    | 4375    |
| Volumen del molde         | cm <sup>3</sup>    | 2323.45 | 2323.45 | 2323.45 | 2323.45 | 2323.45 | 2323.45 |
| Densidad del suelo húmedo | gr/cm <sup>3</sup> | 1.812   | 1.828   | 1.824   | 1.824   | 1.824   | 1.883   |

| Molde No.               | II                 | II     | II     | II     | II     | II     | II     |
|-------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Peso del molde + arena  | gr.                | 145.30 | 145.30 | 145.30 | 145.30 | 145.30 | 145.30 |
| Peso del molde          | gr.                | 103.30 | 103.30 | 103.30 | 103.30 | 103.30 | 103.30 |
| Peso del suelo húmedo   | gr.                | 42.00  | 42.00  | 42.00  | 42.00  | 42.00  | 42.00  |
| Peso del suelo seco     | gr.                | 31.33  | 31.33  | 31.33  | 31.33  | 31.33  | 31.33  |
| % de humedad            | %                  | 25.54% | 25.54% | 25.54% | 25.54% | 25.54% | 25.54% |
| Promedio de humedad     | %                  | 25.54% | 25.54% | 25.54% | 25.54% | 25.54% | 25.54% |
| Densidad del suelo seco | gr/cm <sup>3</sup> | 1.547  | 1.538  | 1.544  | 1.544  | 1.544  | 1.547  |

#### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora       | Tiempo   | Grav. | Grav. 100% | %    |
|------------|------------|----------|-------|------------|------|
| 27/03/2023 | 12:00 a.m. | 24:00:00 | 152.2 | 0          | 0    |
| 28/03/2023 | 12:00 a.m. | 24:00:00 | 154.2 | 1.52       | 1.15 |
| 29/03/2023 | 12:00 a.m. | 24:00:00 | 156.2 | 2.52       | 2.29 |
| 30/03/2023 | 12:00 a.m. | 24:00:00 | 157.5 | 3.52       | 3.42 |
| 31/03/2023 | 12:00 a.m. | 24:00:00 | 158.2 | 4.47       | 4.29 |

#### PENETRACIÓN

| Penetración (mm) | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No. II |            |       | MOLDE No. II |            |       | MOLDE No. I |            |       |
|------------------|--------|------------|--------------|------------|-------|--------------|------------|-------|-------------|------------|-------|
|                  |        |            | Grav.        | Grav. 100% | %     | Grav.        | Grav. 100% | %     | Grav.       | Grav. 100% | %     |
| 0.00             | 0.00   |            | 15.0         | 15.0       | 100.0 | 15.0         | 15.0       | 100.0 | 15.0        | 15.0       | 100.0 |
| 0.62             | 00:30  |            | 17.5         | 17.5       | 116.7 | 17.5         | 17.5       | 116.7 | 17.5        | 17.5       | 116.7 |
| 1.25             | 01:00  |            | 20.0         | 20.0       | 133.3 | 20.0         | 20.0       | 133.3 | 20.0        | 20.0       | 133.3 |
| 1.87             | 01:30  |            | 22.5         | 22.5       | 150.0 | 22.5         | 22.5       | 150.0 | 22.5        | 22.5       | 150.0 |
| 2.50             | 02:00  | 10.00      | 25.0         | 25.0       | 166.7 | 25.0         | 25.0       | 166.7 | 25.0        | 25.0       | 166.7 |
| 3.12             | 02:30  |            | 27.5         | 27.5       | 183.3 | 27.5         | 27.5       | 183.3 | 27.5        | 27.5       | 183.3 |
| 3.75             | 03:00  |            | 30.0         | 30.0       | 200.0 | 30.0         | 30.0       | 200.0 | 30.0        | 30.0       | 200.0 |
| 4.37             | 03:30  |            | 32.5         | 32.5       | 216.7 | 32.5         | 32.5       | 216.7 | 32.5        | 32.5       | 216.7 |
| 5.00             | 04:00  | 100.00     | 35.0         | 35.0       | 233.3 | 35.0         | 35.0       | 233.3 | 35.0        | 35.0       | 233.3 |
| 5.62             | 04:30  |            | 37.5         | 37.5       | 250.0 | 37.5         | 37.5       | 250.0 | 37.5        | 37.5       | 250.0 |
| 6.25             | 05:00  |            | 40.0         | 40.0       | 266.7 | 40.0         | 40.0       | 266.7 | 40.0        | 40.0       | 266.7 |
| 6.87             | 05:30  |            | 42.5         | 42.5       | 283.3 | 42.5         | 42.5       | 283.3 | 42.5        | 42.5       | 283.3 |
| 7.50             | 06:00  |            | 45.0         | 45.0       | 300.0 | 45.0         | 45.0       | 300.0 | 45.0        | 45.0       | 300.0 |
| 8.12             | 06:30  |            | 47.5         | 47.5       | 316.7 | 47.5         | 47.5       | 316.7 | 47.5        | 47.5       | 316.7 |
| 8.75             | 07:00  |            | 50.0         | 50.0       | 333.3 | 50.0         | 50.0       | 333.3 | 50.0        | 50.0       | 333.3 |
| 9.37             | 07:30  |            | 52.5         | 52.5       | 350.0 | 52.5         | 52.5       | 350.0 | 52.5        | 52.5       | 350.0 |

Ing. A. RIVERA  
 TECNICO LABORATORIO GEOTECNICA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. A. RIVERA  
 TECNICO LABORATORIO GEOTECNICA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

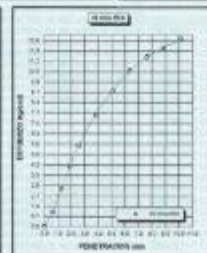
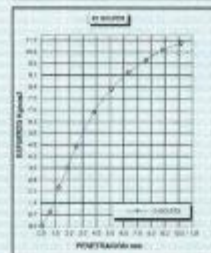
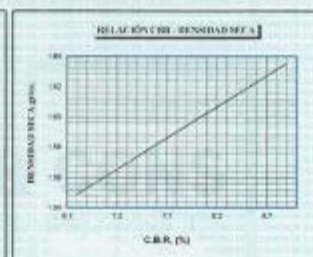
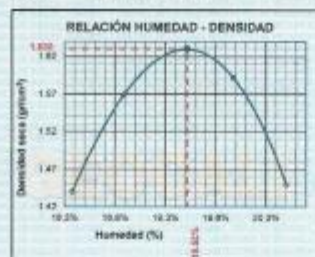
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE CBR - GRÁFICO DE PENETRACIÓN HTC E 132-2000

|             |                                                                                                                                                          |                                            |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| PROYECTO    | 1. ESTABLECIMIENTO DE SUBGRANDES DE CAMINO ENRIQUECIDO DE<br>2. TALLAS PROFUNDAS EN LOS CRUCES DE CARRETERAS Y CAL<br>3. CARRETERA SAN RAMÓN - PUNO 2002 | METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91       |
| SOLICITANTE | 1. Ing. Marcos Muela Muela Llo                                                                                                                           | MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> ) |
| MUESTRA     | 1. CALIDAD - MUESTRA M1000 - 20 CM - 10% DE HUMEDAD DE<br>MUESTRA                                                                                        | HUMEDAD OPTIMA (%)                         |
| UBICACIÓN   | 1. CARRETERA SAN RAMÓN - PUNO                                                                                                                            | CBR AL 100 DE M.D.S. (%)                   |
| COORDENADA  | 1. EN AVANZO DE OBRA                                                                                                                                     | CBR AL 95% DE M.D.S. (%)                   |
| FECHA       | 1. marzo, 3 de Enero de 2003                                                                                                                             | CLASIFICACIÓN : CL                         |
|             |                                                                                                                                                          | AASHTO : A-6                               |
|             |                                                                                                                                                          | EMBESGO : 4 DÍAS                           |



Ing. Marcos Muela Muela Llo  
Ingeniero de Laboratorio Civil  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Víctor Calvo  
Ingeniero de Laboratorio Civil  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD





### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-690 D-1557 AASITO T-99 T-180

PROYECTO : ESTABLECIMIENTO DE SUBGRANITOS DE CAMBIOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CANTAL DE INGENIERÍA Y CAL, CARRETERA SANGA-ALTO

SOLICITANTE : Bello, Berdy Sando Mesaer (Calle)

UBICACIÓN : CARRETERA SANGA-ALTO (MUNICIPIO: PUNO)

COORDENADA : 26.478861, 148.88888

PROFUNDIDAD : 1.50 m

MUESTRA : CALGATA 02 - MUESTRA PÉTRICA 4% CAL + 10% CENIZA DE BALATA

FECHA : martes, 3 de Enero de 2023

|             |   |   |                   |   |                      |
|-------------|---|---|-------------------|---|----------------------|
| MOLDE No.   | 1 | 1 | VOLUMEN DEL MOLDE | 1 | 2125 cm <sup>3</sup> |
| Nº DE CAPAS | 1 | 5 | GOLPES POR CAPA   | 1 | 55 golpes            |

|                           |                    |       |       |       |       |
|---------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr.                | 9929  | 10588 | 10628 | 10033 |
| Peso del Molde            | gr.                | 6396  | 6396  | 6396  | 6396  |
| Peso del Suelo Humedo     | gr/cm <sup>3</sup> | 3533  | 4190  | 4232  | 3637  |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cm <sup>3</sup> | 1.882 | 1.971 | 1.991 | 1.897 |

| Capas No.                   | No. | SLP    | SLP    | SLP    | SLP    | SLP    | SLP    | SLP    | SLP    |
|-----------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capas        | gr. | 134.85 | 123.44 | 125.52 | 123.19 | 119.47 | 125.85 | 116.95 | 114.87 |
| Peso del Suelo Seco + Capas | gr. | 117.20 | 120.65 | 119.07 | 120.84 | 120.20 | 117.11 | 126.34 | 120.75 |
| Peso del Agua               | gr. | 17.65  | 15.64  | 16.88  | 16.35  | 15.17  | 16.75  | 18.41  | 15.12  |
| Peso de la Capas            | gr. | 23.91  | 23.95  | 23.61  | 23.95  | 23.41  | 23.71  | 25.60  | 24.78  |
| Peso del Suelo Seco         | gr. | 34.69  | 30.65  | 30.80  | 32.86  | 31.89  | 35.40  | 34.94  | 34.05  |
| % de Humedad                | %   | 19.32% | 18.65% | 20.1%  | 19.75% | 21.03% | 20.87% | 21.09% | 21.77% |
| Promedio de Humedad         | %   | 19.38% | 18.89% | 19.89% | 19.89% | 20.89% | 20.89% | 21.09% | 21.59% |
| Densidad del Suelo Seco     | %   | 1.884  | 1.843  | 1.843  | 1.843  | 1.843  | 1.843  | 1.843  | 1.843  |

|         |                |                        |                         |
|---------|----------------|------------------------|-------------------------|
| METODO: | ASTM D - 1557  | MAXIMA DENSIDAD SECA : | 1.66 gr/cm <sup>3</sup> |
|         | MODIFICADO "C" | HUMEDAD OPTIMA :       | 20.3%                   |



## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTRATEGIAS GEOTECNICAS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

|          |                                                                                                                                   |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PROYECTO | ESTIMACIÓN DE SUMADITOS DE CASCINA VERTICALES EN ZONAS TROPICALES CON CORDAL DE BALSAS Y CAJ, CARRETERA LINEAL ALTO INAMARU, PUNO |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**SOLICITANTE** : Soc. S. Monty - N° de Matr. Imp. :

LIBRACIÓNY: CARRETERA SANDOVAL Y REINOLAN, PUNO

CORRENDA : 18. ESTABLISHMENTS

**COORDENADA** : 22° 30' 00" S - 108° 00' 00" W  
**PROFUNDIDAD** : 1.00 m  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - MUESTRA PATRON 4% CAL + 15% CENIZA DE MALEZA

RECEIVED: 10/20/2022

|                           |          |             |             |
|---------------------------|----------|-------------|-------------|
| MOLDE No                  | 11       | 1           | 1           |
| No DE CAPAS               | 8        | 5           | 5           |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 10       | 20          | 30          |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SATURADO | NO SATURADO | NO SATURADO |

|                                 |       |         |         |         |         |         |         |
|---------------------------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Priso Cuarto Femenino + Hombres | gr    | 128,05  | 123,34  | 128,60  | 124,67  | 120,78  | 120,67  |
| Priso del Hombre                | gr    | 307,53  | 307,53  | 302,1   | 302,1   | 304,4   | 304,4   |
| Priso del Cuarto Femenino       | gr    | 456,2   | 410,5   | 464,4   | 447,9   | 408,2   | 408,5   |
| Volumen del Estado              | cont. | 2325,46 | 2325,46 | 2325,46 | 2325,46 | 2325,46 | 2325,46 |
| Demografía del Estado           | cont. | 1,676   | 1,851   | 1,569   | 1,626   | 1,808   | 1,877   |

[illegible]

## EXPANSION

| EXPANSION  |            |          |              |              |              |              |              |              |              |
|------------|------------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Fecha      | Hora       | Tiempo   | PROYECTO 001 | PROYECTO 002 | PROYECTO 003 | PROYECTO 004 | PROYECTO 005 | PROYECTO 006 | PROYECTO 007 |
| 20/10/2023 | 12:00 a.m. |          |              |              |              |              |              |              |              |
| 20/10/2023 | 12:00 a.m. | 24:50:00 |              |              |              |              |              |              |              |
| 20/10/2023 | 12:00 a.m. | 48:50:00 |              |              |              |              |              |              |              |
| 20/10/2023 | 12:00 a.m. | 72:50:00 |              |              |              |              |              |              |              |
| 20/10/2023 | 12:00 a.m. | 96:50:00 |              |              |              |              |              |              |              |

## PENETRACION

| PERFORMANCE |        |            |             |      |      |             |      |      |             |      |
|-------------|--------|------------|-------------|------|------|-------------|------|------|-------------|------|
| Penetration | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No. 6 |      |      | MOLDE No. 7 |      |      | MOLDE No. 8 |      |
|             |        |            | Env.        | Env. | Env. | Env.        | Env. | Env. | Env.        | Env. |
| 0.00        | 0.00   |            | 0.00        | 0.00 |      | 0.00        | 0.00 |      | 0.00        | 0.00 |
| 0.06        | 0.09   |            | 18.2        | 3.9  |      | 21.2        | 4.1  |      | 24.3        | 4.2  |
| 0.27        | 0.30   |            | 54.7        | 3.9  |      | 58.6        | 3.8  |      | 64.6        | 3.5  |
| 1.81        | 0.43   |            | 93.4        | 4.2  |      | 86.7        | 4.5  |      | 89.5        | 4.0  |
| 2.54        | 0.50   | 70.31      | 110.7       | 3.8  |      | 126.8       | 3.6  |      | 132.2       | 3.6  |
| 3.81        | 0.56   |            | 145.9       | 3.9  |      | 155.9       | 3.8  |      | 162.7       | 3.6  |
| 5.08        | 0.63   | 129.06     | 187.0       | 3.5  |      | 216.4       | 3.4  |      | 226.2       | 3.4  |
| 6.35        | 0.69   |            | 214.2       | 3.6  |      | 240.9       | 3.2  |      | 264.8       | 3.2  |
| 7.62        | 0.60   |            | 234.5       | 3.6  |      | 256.9       | 3.1  |      | 273.7       | 3.0  |
| 8.89        | 0.70   |            | 246.2       | 3.4  |      | 286.7       | 3.0  |      | 298.2       | 3.0  |
| 10.16       | 0.60   |            | 263.5       | 3.3  |      | 317.9       | 3.0  |      | 306.7       | 3.1  |

*[Firma]*  
 TECNICO SUPERIOR TECNICO  
 SUBSECTOR DE CALIDAD



Prof. Dr. Vukobratović, Zvezdana  
 Prof. Dr. Vukobratović, Zvezdana



## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

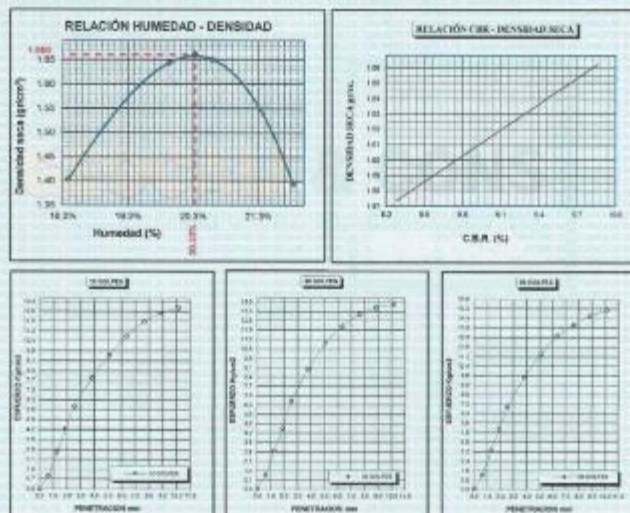
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

|             |                                                                                                                                                  |                                            |        |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------|
| PROYECTO    | RECONSTRUCCIÓN DE SUBESTANTES DE CAMPAÑA VEHICULOS EN ZONAS TROPICALES CON DENSIDAD DE MAQUINARIA Y ORO, CARRETERA SANJOSE ALTO PAMPA, PUNO 2017 | METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91       |        |
| SOLICITANTE | M. Sc. Danyel Toledo Morales                                                                                                                     | MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.66   |
| MUESTRA     | GRANULADA 10 - BULTERA PATRÓN 40x40x200 - 20% CEREA DE FUNDADA                                                                                   | HUMEDAD OPTIMA (%)                         | 20.3%  |
| UBICACIÓN   | CARRETERA SANJOSE ALTO PAMPA, PUNO                                                                                                               | CBR AL 100 DE M.D.S. (%)                   | 5.82   |
| COORDENADA  | 1 - 10, 47000.0 - 100000.0                                                                                                                       | CBR AL 95% DE M.D.S. (%)                   | 6.34   |
| FECHA       | 10/01/2017, 1 de Enero de 2017                                                                                                                   | CLASIFICACIÓN                              | CL     |
|             |                                                                                                                                                  | ASBESTO                                    | A-B    |
|             |                                                                                                                                                  | EMBEBIDO                                   | 4 DIAS |



Ing. Danyel Toledo Morales  
Técnico de Laboratorio de Control de Calidad

Ing. Wilson Colapinto Lora  
Dir. Laboratorio y Asesoría de la Oficina  
CIP: 147 299 171





### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-100

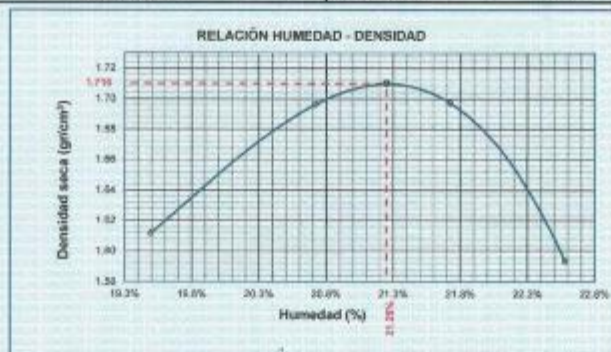
**PROYECTO** : VIALIZACIÓN DE SUBSISTENTES DE CARRETERAS VECIALES EN ZONAS TROPICALES CON CLIMAS DE AMPLAS Y CAL CARRETERA SANDRA ALDO  
**SOLICITANTE** : Bello, Maribel Sandoz Mexico.com  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDRA ALDO (VIA) EN EL PUEBLO  
**COORDENADA** : 10° 47' 00" S 84° 30' 00" W  
**PROFUNDIDAD** : 1.00 m  
**MUESTRA** : CARRETERA DE SUBSISTENTES DE CAL + CONCRETO DE MALEDA  
**FECHA** : 10 de Enero de 2023.

|             |   |   |                   |                      |
|-------------|---|---|-------------------|----------------------|
| MOLDE No    | 1 | 1 | VOLUMEN DEL MOLDE | 2125 cm <sup>3</sup> |
| No DE CAPAS | 1 | 5 | GOLPES POR CAPA   | 90 golpes            |

|                           |                      |       |       |       |       |
|---------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | (g)                  | 10493 | 10749 | 10700 | 10545 |
| Peso del Molde            | (g)                  | 6360  | 6398  | 6398  | 6390  |
| Peso del Suelo Humedo     | (g)                  | 4094  | 4353  | 4302  | 4152  |
| Densidad del Suelo Humedo | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.925 | 2.045 | 2.055 | 1.963 |

| Capas No                    | No  | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   |
|-----------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capas        | (g) | 110.40 | 157.76 | 143.55 | 100.51 | 156.82 | 117.19 | 104.67 | 170.37 |
| Peso del Suelo Seco + Capas | (g) | 98.45  | 136.20 | 122.66 | 85.35  | 132.37 | 89.68  | 90.62  | 147.80 |
| Peso del Agua               | (g) | 11.95  | 21.56  | 20.89  | 14.85  | 24.45  | 27.51  | 14.05  | 22.57  |
| Peso de la Capas            | (g) | 22.53  | 23.86  | 21.74  | 24.74  | 22.74  | 23.74  | 25.67  | 24.85  |
| Peso del Suelo Seco         | (g) | 75.92  | 112.34 | 100.92 | 70.54  | 109.63 | 79.14  | 84.95  | 123.02 |
| % de Humedad                | %   | 15.73% | 19.21% | 20.70% | 20.74% | 21.91% | 25.02% | 22.77% | 22.36% |
| Promedio de Humedad         | %   | 18.48% |        | 20.72% |        | 21.72% |        | 22.55% |        |
| Densidad del Suelo Seco     | %   | 1.812  |        | 1.896  |        | 1.897  |        | 1.883  |        |

|         |                |                      |                        |
|---------|----------------|----------------------|------------------------|
| METODO: | ASTM D-1557    | MAXIMA DENSIDAD SECA | 1.71 g/cm <sup>3</sup> |
|         | MODIFICADO "A" | HUMEDAD OPTIMA       | 21.3%                  |





### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC: 20605082310

#### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CHR

**PROYECTO** 1. ESTABLECIMIENTO DE SOMBRANTES DE CHARRAS VERTICALES EN ZONAS TROPICALES CON TIENDAS DE MALESA Y CAL, CAMISETA SANCHO ALTO BAMBAS, PUNO 2022  
**SOLICITANTE** 2. Bach. Danyel Huerto Morales Upe  
**UBICACIÓN** 3. CARRETERA SANCHO ALTO BAMBAS - PUNO  
**COORDENADA** 4. 108.4700011 8430000  
**PROFUNDIDAD** 5. 1.50 m  
**MUESTRA** 6. CALICATA DE INVESTIGACIÓN EN CAL + 80% CRUDA DE MALESA  
**FECHA** 7. PUNO, 2 DE ENERO DE 2022

| MOLDE No                  | 1        | 2             | 3        | 4             |
|---------------------------|----------|---------------|----------|---------------|
| No DE CAPAS               | 5        | 5             | 5        | 5             |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 10       | 20            | 20       | 20            |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SATURADO | EN SATURACIÓN | SATURADO | EN SATURACIÓN |

|                           |                    |         |         |         |         |         |         |
|---------------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr                 | 1203    | 10239   | 10770   | 12474   | 12777   | 15008   |
| Peso del Molde            | gr                 | 6033    | 3021    | 6021    | 3021    | 6014    | 3014    |
| Peso del Suelo Humedo     | gr                 | 4966    | 4318    | 4668    | 4453    | 4763    | 4594    |
| Volumen del Suelo         | cm <sup>3</sup>    | 2323.45 | 2323.45 | 2323.45 | 2323.45 | 2323.45 | 2323.45 |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cm <sup>3</sup> | 2.098   | 1.858   | 2.019   | 1.917   | 2.050   | 1.976   |

| Molde No                    | 1                  | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      |
|-----------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capas        | gr                 | 107.50 | 100.00 | 149.87 | 147.72 | 139.89 | 133.88 |
| Peso del Suelo Seco + Capas | gr                 | 100.00 | 100.00 | 139.80 | 139.20 | 139.20 | 131.00 |
| Peso del Agua               | gr                 | 7.50   | 0.00   | 10.07  | 8.52   | 0.69   | 2.88   |
| Peso del Suelo Seco         | gr                 | 30.70  | 30.00  | 30.70  | 30.46  | 30.36  | 28.45  |
| Peso del Suelo Seco         | gr                 | 108.47 | 100.00 | 100.00 | 95.74  | 96.30  | 96.30  |
| % de Humedad                | %                  | 24.48% | 0.00%  | 7.16%  | 27.88% | 22.00% | 17.00% |
| Promedio de Humedad         | %                  | 23.33% | 17.31% | 27.38% | 27.38% | 19.88% | 17.29% |
| Densidad del Suelo Seco     | gr/cm <sup>3</sup> | 1.622  | 1.583  | 1.664  | 1.634  | 1.713  | 1.585  |

#### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora       | Tiempo   | Dat | Expansión (%) | Dat | Expansión (%) | Dat   | Expansión (%) |
|------------|------------|----------|-----|---------------|-----|---------------|-------|---------------|
| 27/12/2022 | 12:00 a.m. |          |     |               |     |               | 324.1 | 0.00          |
| 28/12/2022 | 12:00 a.m. | 24:00:00 |     |               |     |               | 376.3 | 1.17          |
| 29/12/2022 | 12:00 a.m. | 48:00:00 |     |               |     |               | 415.8 | 2.20          |
| 30/12/2022 | 12:00 a.m. | 72:00:00 |     |               |     |               | 468.9 | 3.50          |
| 31/12/2022 | 12:00 a.m. | 96:00:00 |     |               |     |               | 507.3 | 4.50          |

#### PENETRACIÓN

| Prueba de Penetración |        |            |             |      |                    |              |      |                    |             |                    |
|-----------------------|--------|------------|-------------|------|--------------------|--------------|------|--------------------|-------------|--------------------|
| Penetración           | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No. I |      |                    | MOLDE No. II |      |                    | MOLDE No. I |                    |
|                       |        |            | Dist        | Kg   | kg/cm <sup>2</sup> | Dist         | Kg   | kg/cm <sup>2</sup> | Dist        | Kg/cm <sup>2</sup> |
| 0.00                  | 0.00   |            | 0.00        | 0.00 |                    | 0.00         | 0.00 |                    | 0.00        | 0.00               |
| 0.00                  | 00:00  |            | 22.2        | 1.3  |                    | 29.8         | 1.5  |                    | 26.7        | 1.6                |
| 1.00                  | 01:00  |            | 61.4        | 3.5  |                    | 63.7         | 3.5  |                    | 70.4        | 3.6                |
| 1.00                  | 01:10  |            | 89.3        | 5.0  |                    | 108.2        | 6.4  |                    | 118.5       | 6.5                |
| 2.00                  | 02:00  | 10.31      | 136.7       | 7.7  |                    | 148.7        | 7.8  |                    | 189.4       | 8.1                |
| 3.00                  | 03:00  |            | 187.4       | 9.5  |                    | 184.2        | 9.1  |                    | 270.0       | 10.6               |
| 5.00                  | 04:00  | 106.00     | 309.8       | 17.9 |                    | 301.4        | 11.7 |                    | 300.2       | 13.0               |
| 6.00                  | 05:00  |            | 340.1       | 19.4 |                    | 344.2        | 19.1 |                    | 347.4       | 18.6               |
| 7.00                  | 06:00  |            | 394.0       | 22.4 |                    | 378.9        | 21.4 |                    | 359.9       | 20.7               |
| 8.00                  | 07:00  |            | 378.3       | 21.1 |                    | 367.3        | 18.7 |                    | 324.4       | 16.0               |
| 10.00                 | 08:00  |            | 306.5       | 17.4 |                    | 303.1        | 15.2 |                    | 300.1       | 16.0               |

Bach. Ing. A. Aguilera Puma  
 TECNICO LABORATORIO GEOTECNICO

Ing. Victor Calquhoun Upe  
 Ing. Aguilera y Morales de la Riva



### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

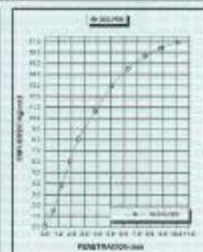
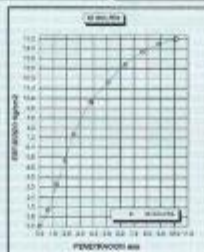
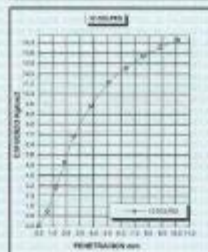
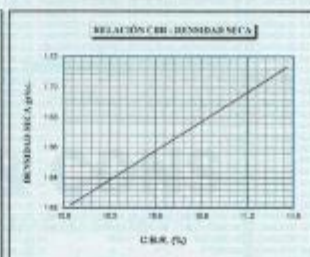
ESTADIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

#### ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

|             |                                                                                                                                                    |                                           |               |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------|
| PROYECTO    | ESTABLECIMIENTO DE TERRAPLENES DE CARRETERA REGIONAL EN ZONAS TROPICALES CON CUBIERTA DE MAQUETAS Y CAL, CARRETERA SANORA A TITIMARAN, P. RO. 2017 | METODO DE COMPACTACIÓN                    | ASTM D1557-91 |
| SOLICITANTE | SECT. Obras P. de la Municipalidad                                                                                                                 | MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.71          |
| MUESTRA     | CONCRETO - MUESTRA PRUEBA EN CAL - CON CUBIERTA DE MAQUETAS                                                                                        | HUMEDAD OPTIMA (%)                        | 21.3%         |
| UBICACIÓN   | CARRTERA SANORA A TITIMARAN, P. RO.                                                                                                                | CBR AL 100 DE M.O.S. (%)                  | 11.42         |
| COORDENADA  | En el punto 0.000000                                                                                                                               | CBR AL 95% DE M.O.S. (%)                  | 10.09         |
| FECHA       | meses, 3 de Enero de 2017                                                                                                                          | CLASIFICACIÓN                             | SEL           |
|             |                                                                                                                                                    | ASPHTO                                    | AS-4          |
|             |                                                                                                                                                    | EMBEJIDO                                  | 4 DIAS        |



Bach. Ing. A. ALBERTO P. P. M. T.  
TECNICO DE LABORATORIO  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilber Colquhuan, L. M. B.  
Edu. Ingeniería Industrial de S. P. U. C.  
CIP. N° 2099173





### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASBITO T-99 T-180

**PROYECTO:** 1. RECONSTRUCCIÓN DE SUBGRANDES DE CAMBIOS VERTICALES EN ZONAS TROPICALES CON CENizas DE MAIZAS Y CAL, CARRETERA SANJA-ALTO  
ANANIAS, PUNO 2021  
**SOLICITANTE:** 2. Sr. Diego Rendo Saca Saca  
**UBICACIÓN:** 3. CARRETERA SANJA-ALTO EN MARCA, PUNO  
**COORDENADA:** 4. 4° 00' 00" S 74° 00' 00" W  
**PROFUNDIDAD:** 5. 1.50 m  
**MUESTRA:** 6. CRACKER CO - MARTIN PATRICIO SACA Y ENRIQUE DE MAJEDA  
**FECHA:** 7. PUNO, 3 DE SEPTIEMBRE DE 2023

|             |   |   |   |   |
|-------------|---|---|---|---|
| MOLDE No    | 1 | 2 | 3 | 4 |
| No DE CAPAS | 1 | 2 | 3 | 4 |

|                   |                      |
|-------------------|----------------------|
| VOLUMEN DEL MOLDE | 2125 cm <sup>3</sup> |
| GOLPES POR CAPA   | 55 golpes            |

|                           |                   |       |       |       |       |
|---------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | GF                | 10006 | 10617 | 10048 | 10401 |
| Peso del Molde            | GF                | 8399  | 8399  | 8399  | 8399  |
| Peso del Suelo Humedo     | g/1000g           | 9990  | 4121  | 4153  | 4005  |
| Densidad del Suelo Humedo | g/cm <sup>3</sup> | 1.635 | 1.936 | 1.904 | 1.894 |

| Capas No                    | No | SAP    | ENT    | SAP    | ENT    | SAP    | ENT    | SAP    | ENT    |
|-----------------------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capas        | GF | 112.78 | 117.82 | 142.12 | 170.89 | 119.22 | 128.67 | 109.23 | 143.52 |
| Peso del Suelo Seco + Capas | GF | 96.25  | 100.04 | 124.12 | 150.89 | 98.84  | 119.63 | 89.67  | 121.25 |
| Peso del Agua               | GF | 12.53  | 14.88  | 18.00  | 19.23  | 17.87  | 20.25  | 19.56  | 19.17  |
| Peso de la Capas            | GF | 18.21  | 20.82  | 24.21  | 28.12  | 20.20  | 21.80  | 23.88  | 40.81  |
| Peso del Suelo Seco         | GF | 94.84  | 89.22  | 80.91  | 74.94  | 79.22  | 98.32  | 65.89  | 70.14  |
| % de Humedad                | %  | 28.38% | 20.47% | 21.48% | 25.58% | 21.98% | 21.12% | 23.98% | 24.35% |
| Promedio de Humedad         | %  | 23.41% |        | 21.77% |        | 22.54% |        | 23.96% |        |
| Densidad del Suelo Seco     | %  | 1.631  |        | 1.662  |        | 1.686  |        | 1.528  |        |

|         |                |                      |                        |
|---------|----------------|----------------------|------------------------|
| METODO: | ASTM D - 1557  | MAXIMA DENSIDAD SECA | 1.60 g/cm <sup>3</sup> |
|         | MODIFICADO "C" | HUMEDAD OPTIMA       | 22.1%                  |





### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTRUCTURAS DE CONCRETO · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

#### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**PROYECTO** ESTABLECIMIENTO DE CAMINOS RURALES EN ZONAS RURALES Y EN CERROS DE MALLERÍA Y CAL, CARRETERA SANCTI SPIRITUS, PUNO  
**SOLICITANTE** Ing. W. Ángel Luján Puma  
**UBICACIÓN** CARRETERA SANCTI SPIRITUS, PUNO  
**COORDENADA** 10° 47' 00" S, 74° 00' 00" W  
**PROFUNDIDAD** 1.30 m  
**MUESTRA** CALIGATA DE MUESTRA PATRONAL CAL - 100% DE CAL  
**FECHA** 5 de Enero de 2023

| MOLDE No.                 | No de CAPAS        | NÚMERO DE GOLPES POR CAPA | CONDICIONES DE LA MUESTRA |             |          |             |          |             |
|---------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|
|                           |                    |                           | SATURADO                  | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR |
| Procedimiento de Muestreo | gr                 | 12037                     | 12038                     | 12044       | 12050    | 12076       | 12091    | 12091       |
| Procedimiento de Muestreo | gr                 | 8033                      | 8025                      | 8021        | 8021     | 8014        | 8014     | 8014        |
| Procedimiento de Muestreo | gr                 | 4034                      | 4025                      | 4025        | 4025     | 4025        | 4025     | 4025        |
| Procedimiento de Muestreo | gr                 | 2025                      | 2025                      | 2025        | 2025     | 2025        | 2025     | 2025        |
| Densidad del Suelo Húmedo | gr/cm <sup>3</sup> | 1.802                     | 1.802                     | 1.802       | 1.802    | 1.802       | 1.802    | 1.802       |

| Capacidad                 | No                 | Capacidad |        |        |        |        |        |
|---------------------------|--------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                           |                    | A         | B      | C      | D      | E      | F      |
| Procedimiento de Muestreo | gr                 | 150.00    | 150.00 | 150.00 | 150.00 | 150.00 | 150.00 |
| Procedimiento de Muestreo | gr                 | 120.00    | 120.00 | 120.00 | 120.00 | 120.00 | 120.00 |
| Procedimiento de Muestreo | gr                 | 90.00     | 90.00  | 90.00  | 90.00  | 90.00  | 90.00  |
| Procedimiento de Muestreo | gr                 | 60.00     | 60.00  | 60.00  | 60.00  | 60.00  | 60.00  |
| Procedimiento de Muestreo | gr                 | 30.00     | 30.00  | 30.00  | 30.00  | 30.00  | 30.00  |
| Procedimiento de Muestreo | gr                 | 15.00     | 15.00  | 15.00  | 15.00  | 15.00  | 15.00  |
| % de Humedad              | %                  | 31.00%    | 31.00% | 31.00% | 31.00% | 31.00% | 31.00% |
| Promedio de Humedad       | %                  | 31.00%    | 31.00% | 31.00% | 31.00% | 31.00% | 31.00% |
| Densidad del Suelo Seco   | gr/cm <sup>3</sup> | 1.818     | 1.818  | 1.818  | 1.818  | 1.818  | 1.818  |

#### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora       | Tiempo   | Día | Expansión | Día | Expansión |
|------------|------------|----------|-----|-----------|-----|-----------|
| 27/12/2022 | 12:00 p.m. | 24:00:00 |     | 427.9     |     | 5         |
| 28/12/2022 | 12:00 p.m. | 24:00:00 |     | 472.9     |     | 1.15      |
| 29/12/2022 | 12:00 p.m. | 24:00:00 |     | 508.8     |     | 2.30      |
| 30/12/2022 | 12:00 p.m. | 24:00:00 |     | 564.3     |     | 3.45      |
| 31/12/2022 | 12:00 p.m. | 24:00:00 |     | 605.2     |     | 4.60      |

#### PENETRACIÓN

| Penetración | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No. 1 |        |         | MOLDE No. 2 |        |         | MOLDE No. 3 |        |         |
|-------------|--------|------------|-------------|--------|---------|-------------|--------|---------|-------------|--------|---------|
|             |        |            | Gr          | Figura | Control | Gr          | Figura | Control | Gr          | Figura | Control |
| 0.00        | 0.30   |            | 8.00        | 0.30   |         | 8.00        | 0.30   |         | 8.00        | 0.30   |         |
| 0.00        | 0.30   |            | 25.1        | 1.5    |         | 25.1        | 1.5    |         | 25.1        | 1.5    |         |
| 1.37        | 01:00  |            | 88.7        | 4.5    |         | 88.7        | 4.5    |         | 88.7        | 4.5    |         |
| 1.91        | 01:30  |            | 120.2       | 6.4    |         | 120.2       | 6.4    |         | 120.2       | 6.4    |         |
| 2.54        | 02:00  |            | 150.0       | 8.0    |         | 150.0       | 8.0    |         | 150.0       | 8.0    |         |
| 3.21        | 02:30  |            | 180.0       | 10.0   |         | 180.0       | 10.0   |         | 180.0       | 10.0   |         |
| 4.00        | 03:00  |            | 210.0       | 12.0   |         | 210.0       | 12.0   |         | 210.0       | 12.0   |         |
| 5.00        | 04:00  | 100.00     | 230.0       | 13.0   |         | 230.0       | 13.0   |         | 230.0       | 13.0   |         |
| 6.30        | 05:00  |            | 254.1       | 15.0   |         | 254.1       | 15.0   |         | 254.1       | 15.0   |         |
| 7.62        | 06:00  |            | 281.3       | 16.0   |         | 281.3       | 16.0   |         | 281.3       | 16.0   |         |
| 8.84        | 07:00  |            | 301.2       | 18.0   |         | 301.2       | 18.0   |         | 301.2       | 18.0   |         |
| 10.16       | 08:00  |            | 318.0       | 19.0   |         | 318.0       | 19.0   |         | 318.0       | 19.0   |         |

Ing. W. Ángel Luján Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO DE SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. W. Ángel Luján Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO DE SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 C.R. N° 259171



### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

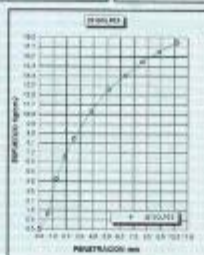
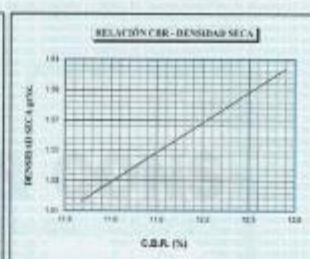
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

#### ENSAYO DE CBR - GRÁFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

|             |                                                                                                                                                    |                                           |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| PROYECTO    | 1. ESTABLECIMIENTO DE KILÓMETROS DE CAMINO RUTAS 979<br>2. ZONAS TROPICALES CON CLIMA DE MONTAÑA Y COLD<br>3. DISEÑO CLASIFICADO ALAMAR, PUNO 2012 | METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91      |
| SOLICITANTE | 1. Sr. Donato Hualpa Mena (pp)                                                                                                                     | MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> ) |
| MUESTRA     | 1. CALIFORNIA 2. MUESTRA PARA ENSAYO DE CBR                                                                                                        | HUMEDAD OPTIMA (%)                        |
| UBICACIÓN   | 1. CARRETERA MARSHAL-ALTO VIZCARRA, PUNO                                                                                                           | CBR AL 100 DE M.D.S. (%)                  |
| COORDENADA  | 1. 94° 45' 00" W 12° 55' 00" S                                                                                                                     | CBR AL 95% DE M.D.S. (%)                  |
| FECHA       | 1. Octubre 3 de Febrero de 2023                                                                                                                    | CLASIFICACIÓN                             |
|             |                                                                                                                                                    | AASHTO                                    |
|             |                                                                                                                                                    | EMBEUDO                                   |



Ing. J. J. Ángel  
Técnico de Laboratorio de Puna  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilfredo Cordero  
Técnico de Laboratorio de Puna  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD





### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D4218 - D4318 - D437 - D4247)

**TESIS:** 1. ESTABILIZACION DE BARRANCONES DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CINGAS DE MAIZAS Y CAL.  
 2. CARRETERA SANDA ALTO BAMBARI, PUNO 2022  
**SOLICITANTE:** 1. Sacyr, Sacyr Nevada Mexico Ltda  
**UBICACION:** 2. CARRETERA SANDA ALTO BAMBARI, PUNO  
**COORDENADA:** 3. 10° 47'05" S 74°05'46" W  
**CALICATA:** 4. C-03  
**MUESTRA:** 5. MUESTRA PATRON  
**PROFUNDIDAD:** 6. 1.50 m  
**FECHA:** 7. Lima, 10 de 12 de mayo de 2022

| TAMICES ASTM     | ABERTURA mm | PESO RETENIDO | % RETENIDO PARCIAL | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA  | ESPECIFIC. % Peso En Peso | TAMANO MAXIMO DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|------------------|-------------|---------------|--------------------|----------------------|-------------|---------------------------|-----------------------------------------|
| 3"               | 76.200      | 0.00          | 0.00               | 0.00                 | 100.00      |                           | P.L. = 600.00                           |
| 2 1/2"           | 63.500      | 0.00          | 0.00               | 0.00                 | 100.00      |                           | P.L. = 100.10                           |
| 2"               | 50.800      | 0.00          | 0.00               | 0.00                 | 100.00      |                           | P.P. = 470.87                           |
| 1 1/2"           | 38.100      | 0.00          | 0.00               | 0.00                 | 100.00      |                           | S.W. = 14.37                            |
| 1"               | 25.400      | 0.00          | 0.00               | 0.00                 | 100.00      |                           |                                         |
| 3/4"             | 19.000      | 0.00          | 0.00               | 0.00                 | 100.00      |                           | <b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b>         |
| 1/2"             | 12.500      | 0.00          | 0.00               | 0.00                 | 100.00      |                           | LL = 49.28                              |
| 3/8"             | 9.500       | 0.00          | 0.00               | 0.00                 | 100.00      |                           | LP = 21.73                              |
| 1/4"             | 6.300       | 0.00          | 0.00               | 0.00                 | 100.00      |                           | UP = 27.96                              |
| No.4             | 4.750       | 0.15          | 0.03               | 0.03                 | 99.96       |                           | <b>CARACT. GRANULOMETRICAS:</b>         |
| No.8             | 2.360       | 2.390         | 1.55               | 0.28                 | 99.72       |                           | 0.075 = 0.00                            |
| No.10            | 2.000       | 2.000         | 1.55               | 0.28                 | 99.72       |                           | 0.075 = 0.00                            |
| No.16            | 1.180       | 1.180         | 5.01               | 1.12                 | 98.88       |                           | 0.075 = 0.00                            |
| No.20            | 0.840       | 0.840         | 5.01               | 1.12                 | 98.88       |                           |                                         |
| No.30            | 0.600       | 0.600         | 18.17              | 3.03                 | 96.85       |                           | <b>CLASIFICACION:</b>                   |
| No.40            | 0.420       | 0.420         | 21.58              | 5.99                 | 92.29       |                           | SUCS : CL                               |
| No.60            | 0.250       | 0.250         | 21.58              | 5.99                 | 92.29       |                           | AASHTO : A-6                            |
| No.80            | 0.180       | 0.180         | 45.81              | 7.77                 | 84.53       |                           | <b>OBSERVACIONES:</b>                   |
| No.100           | 0.149       | 0.149         | 45.81              | 7.77                 | 84.53       |                           |                                         |
| No.200           | 0.075       | 0.075         | 73.45              | 73.45                | 26.55       |                           |                                         |
| <b>TOTAL</b>     |             | <b>600.00</b> | <b>100.00</b>      | <b>100.00</b>        | <b>0.00</b> |                           |                                         |
| <b>% PERDIDA</b> |             | <b>73.45</b>  |                    |                      |             |                           |                                         |





### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

#### ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TESIS** : ESTABILIZACIÓN DE SUBRASIMIENTOS DE CAMINOS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CENIZAS DE MAÍZ Y CAL.  
**SOLICITANTE** : EGO. Shirley Nolasco Maza Lora  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANDIA ALTO INAMORAL, PUÑO, PERÚ  
**COORDENADA** : 101.47087 S 82.08848 E  
**CALCULA** : C-60  
**MUESTRA** : MUESTRA PATRÓN  
**PROFUNDIDAD** : 1.00 m  
**FECHA** : 10 de Diciembre de 2022

#### LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO                 | Nº | 1      | 2      | 3      |
|------------------------|----|--------|--------|--------|
| CAPSULA                | Nº | R-01   | R-02   | R-03   |
| CAPSULA + SUELO HUMEDO | gr | 36.72  | 36.13  | 35.12  |
| CAPSULA + SUELO SECO   | gr | 32.62  | 33.58  | 34.96  |
| AGUA                   | gr | 6.2    | 6.06   | 4.96   |
| PESO DE LA CAPSULA     | gr | 20.77  | 20.01  | 20.56  |
| PESO DEL SUELO SECO    | gr | 11.76  | 13.17  | 9.87   |
| CONTENIDO DE HUMEDAD   | %  | 69.77% | 48.71% | 48.74% |
| NUMERO DE GOLPES       | N  | 15     | 25     | 35     |

#### LIMITE PLASTICO

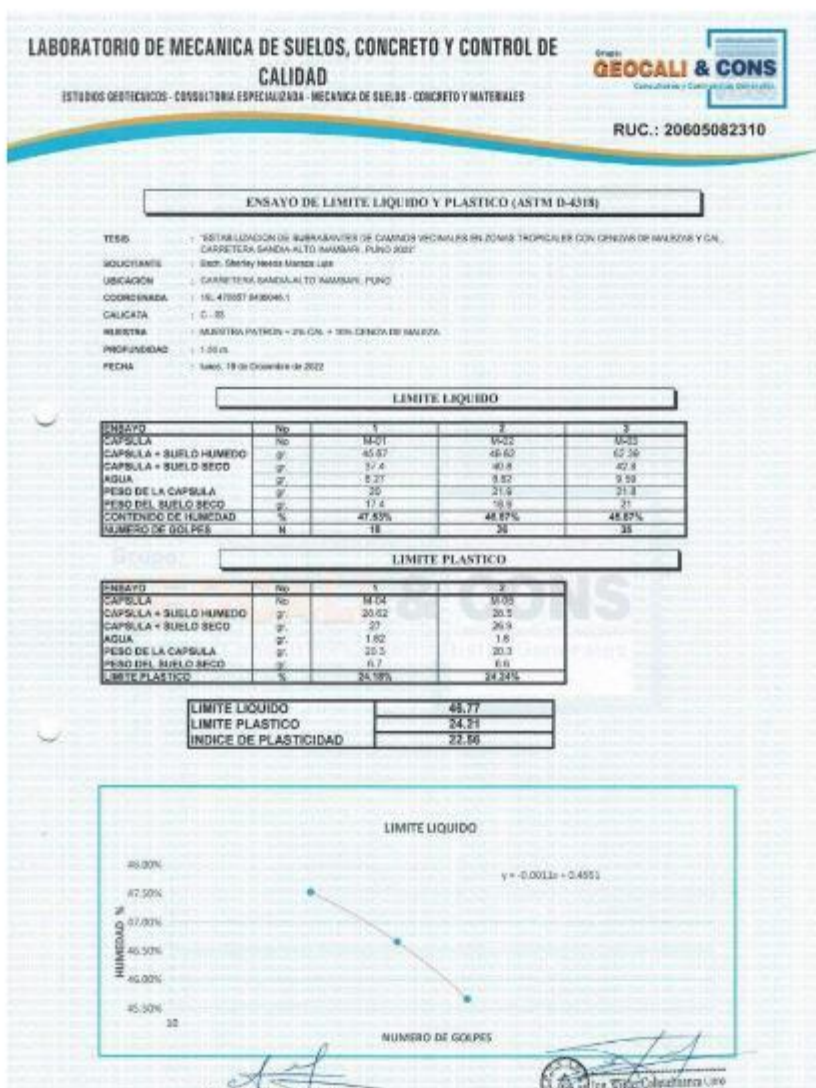
| ENSAYO                 | Nº | 1      | 2      |
|------------------------|----|--------|--------|
| CAPSULA                | Nº | R-04   | R-05   |
| CAPSULA + SUELO HUMEDO | gr | 34.16  | 35.69  |
| CAPSULA + SUELO SECO   | gr | 31.76  | 33.16  |
| AGUA                   | gr | 3.42   | 2.51   |
| PESO DE LA CAPSULA     | gr | 20.5   | 21.69  |
| PESO DEL SUELO SECO    | gr | 11.22  | 11.47  |
| LIMITE PLASTICO        | %  | 21.29% | 21.88% |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| LIMITE LIQUIDO        | 49.29 |
| LIMITE PLASTICO       | 21.73 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 27.56 |

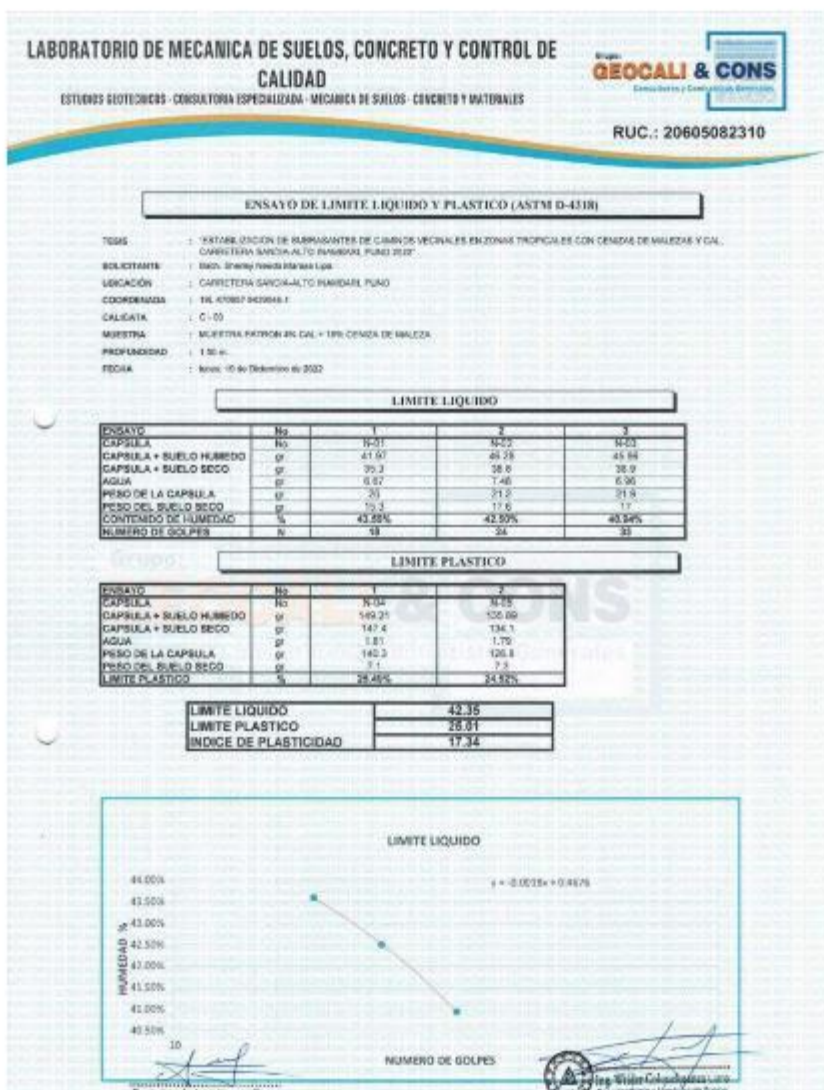


Ing. J. J. J. J.  
 Bach. Ing. J. J. J. J.

Ing. J. J. J. J.  
 Bach. Ing. J. J. J. J.







### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

#### ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**TITULO:** 1. ESTABILIZACIÓN DE BARRIO DE CAMAROS VECIALES EN ZONAS TROPICALES CON CENizas DE MAIZAS Y CAL.  
**SOLICITANTE:** 2. ESCR. GIBERTY NIEZA MATEO LARA  
**UBICACIÓN:** 3. CARRETERA CARRETA ALTO MAUSAR, LIMA  
**COORDENADA:** 4. 106.47087 8430461.1  
**CALCATA:** 5. C-01  
**MUESTRA:** 6. MUESTRA PATRON 8% CAL + 20% CENIZA DE MAIZAS  
**PROFUNDIDAD:** 7. 1.50 m  
**FECHA:** 8. Mes: 19 de Diciembre de 2022

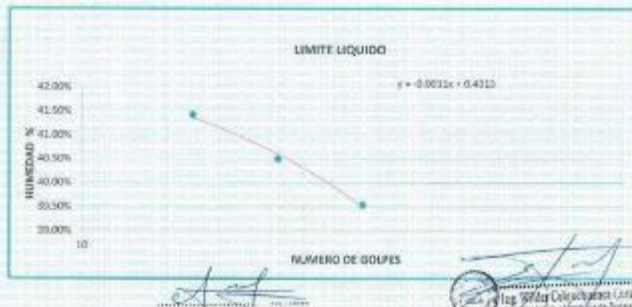
#### LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO                 | No. | 1      | 2      | 3      |
|------------------------|-----|--------|--------|--------|
| CAPSULA                | 10  | 40.1   | 40.1   | 40.1   |
| CAPSULA + SUELO HUMEDO | 20  | 45.89  | 43.58  | 50.52  |
| CAPSULA + SUELO SECO   | 30  | 38.60  | 40.50  | 43.10  |
| AGUA                   | 40  | 7.25   | 8.18   | 8.48   |
| PESO DE LA CAPSULA     | 50  | 21.00  | 20.80  | 20.80  |
| PESO DEL SUELO SECO    | 60  | 17.60  | 20.30  | 21.30  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD   | 70  | 41.82% | 40.90% | 38.93% |
| NUMERO DE GOLPES       | 80  | 18     | 23     | 33     |

#### LIMITE PLASTICO

| ENSAYO                 | No. | 1      | 2      |
|------------------------|-----|--------|--------|
| CAPSULA                | 10  | 10.04  | 9.25   |
| CAPSULA + SUELO HUMEDO | 20  | 37.21  | 36.87  |
| CAPSULA + SUELO SECO   | 30  | 33.9   | 33.4   |
| AGUA                   | 40  | 3.31   | 3.47   |
| PESO DE LA CAPSULA     | 50  | 21.8   | 22.9   |
| PESO DEL SUELO SECO    | 60  | 12.1   | 12.5   |
| LIMITE PLASTICO        | 70  | 27.38% | 27.76% |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| LIMITE LIQUIDO        | 48.37 |
| LIMITE PLASTICO       | 27.58 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 20.79 |





### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIO GEOTECNICO - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

#### ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

TITULO : ESTABILIZACIÓN DE SUBGRANULOS DE CARBON VEGANALES EN ZONAS TROPICALES CON DRENOS DE ARELLEROS Y CAL.  
 SOLICITANTE : David Sherry Pineda Barrios-Lima  
 UBICACIÓN : CARRETERA SANJOSE-ALTO ANAHUAY, PUNO  
 COORDENADA : 106.4708161, 8433843.1  
 CALICATA : C-10  
 MUESTRA : MUESTRA PATRON EN CAL + 20% CORREA DE MUELEA  
 PROFUNDIDAD : 1.50 m  
 FECHA : Junio 18 de Diciembre de 2020

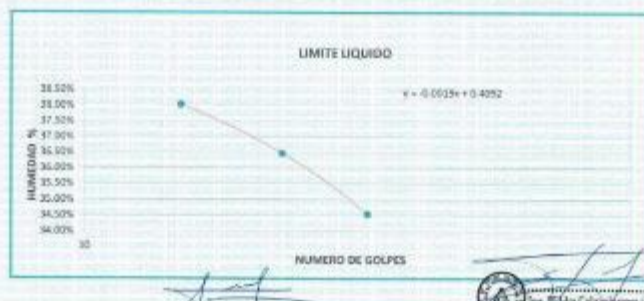
#### LIMITE LIQUIDO

| ENSAYO                 | No. | 1      | 2      | 3      |
|------------------------|-----|--------|--------|--------|
| CAPSULA                | No. | P-01   | P-02   | P-03   |
| CAPSULA + SUELO HUMEDO | gr  | 73.88  | 77.35  | 79.99  |
| CAPSULA + SUELO SECO   | gr  | 55.10  | 61.4   | 64.91  |
| AGUA                   | gr  | 16.78  | 14.95  | 15.38  |
| PESO DE LA CAPSULA     | gr  | 25.3   | 21.4   | 20.58  |
| PESO DEL SUELO SECO    | gr  | 30.82  | 41     | 44.53  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD   | %   | 36.00% | 38.48% | 34.34% |
| NUMERO DE GOLPES       | N   | 16     | 22     | 33     |

#### LIMITE PLASTICO

| ENSAYO                 | No. | 1      | 2      |
|------------------------|-----|--------|--------|
| CAPSULA                | No. | P-04   | P-05   |
| CAPSULA + SUELO HUMEDO | gr  | 57.52  | 57.16  |
| CAPSULA + SUELO SECO   | gr  | 33.9   | 33.4   |
| AGUA                   | gr  | 3.82   | 3.75   |
| PESO DE LA CAPSULA     | gr  | 21.8   | 20.9   |
| PESO DEL SUELO SECO    | gr  | 17.1   | 12.9   |
| LIMITE PLASTICO        | %   | 25.53% | 33.99% |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| LIMITE LIQUIDO        | 36.08 |
| LIMITE PLASTICO       | 29.96 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 6.12  |







### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupos  
**GEOCALI & CONS**  
Consultoría y Control de Calidad

RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

**PROYECTO:** : RECONSTRUCCIÓN DE SUPERFICIES DE CAMINOS VERTICALES EN ZONAS TROPICALES CON CLIMA DE MAYORÍA CAL, CARRETERA SAGOMA-ALTO  
**SOLICITANTE:** : Sr. Shirley Vinas Muceli van  
**UBICACIÓN:** : CARRETERA SAGOMA-ALTO INAMUNO, PURO  
**COORDENADA:** : IN 479007 SAGOMA S  
**PROFUNDIDAD:** : 1.01 m  
**MUESTRA:** : CALICATA 03 - MUESTRA PATRON  
**FECHA:** : miércoles, 4 de Enero de 2012

|             |   |   |                   |   |                      |
|-------------|---|---|-------------------|---|----------------------|
| MOLDE No    | : | 1 | VOLUMEN DEL MOLDE | : | 2128 cm <sup>3</sup> |
| No DE CAPAS | : | 5 | GOLPES POR CAPA   | : | 56 95085             |

|                           |                                 |       |       |       |       |
|---------------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | g <sup>1</sup>                  | 8678  | 10355 | 10460 | 9752  |
| Peso del Molde            | g <sup>1</sup>                  | 6398  | 6306  | 6306  | 5395  |
| Peso del Suelo Humedo     | g <sup>1</sup> /cm <sup>3</sup> | 2274  | 2550  | 4054  | 3354  |
| Densidad del Suelo Humedo | g <sup>1</sup> /cm <sup>3</sup> | 1.540 | 1.862 | 1.912 | 1.552 |

| Capas No                    | No             | SUP.   | WR     | SUP.   | WR     | SUP.   | WR     | SUP.   | WR     |
|-----------------------------|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capas        | g <sup>1</sup> | 112.92 | 144.94 | 105.96 | 123.08 | 102.95 | 110.84 | 114.82 | 144.94 |
| Peso del Suelo Seco + Capas | g <sup>1</sup> | 98.75  | 125.82 | 85.62  | 108.54 | 114.58 | 95.11  | 99.52  | 125.82 |
| Peso del Agua               | g <sup>1</sup> | 13.32  | 19.14  | 15.21  | 14.54  | 35.38  | 14.73  | 15.40  | 21.12  |
| Peso de la Capas            | g <sup>1</sup> | 24.94  | 22.85  | 22.02  | 22.88  | 21.48  | 25.48  | 25.02  | 24.94  |
| Peso del Suelo Seco         | g <sup>1</sup> | 14.55  | 132.85 | 20.87  | 84.35  | 92.82  | 72.11  | 14.48  | 144.94 |
| % de Humedad                | %              | 17.94% | 15.07% | 18.05% | 15.27% | 15.66% | 23.99% | 23.99% | 21.31% |
| Promedio de Humedad         | %              | 18.23% |        | 16.84% |        | 20.12% |        | 21.00% |        |
| Densidad del Suelo Seco     | %              | 1.393  |        | 1.864  |        | 1.801  |        | 1.388  |        |

|                |               |                      |   |                        |
|----------------|---------------|----------------------|---|------------------------|
| METODO:        | ASTM D - 1557 | MAXIMA DENSIDAD SECA | : | 1.82 g/cm <sup>3</sup> |
| MODIFICADO "C" |               | HUMEDAD OPTIMA       | : | 18.7%                  |



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

**GEOCALI & CONS**

RUC: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

[illegible]

|                           |          |             |          |
|---------------------------|----------|-------------|----------|
| MOLDE No.                 | 81       | 8           | 1        |
| No DE CAPAS               | 5        | 5           | 5        |
| NÚMERO DE GOLPES POR CAPA | 12       | 20          | 60       |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |
|                           | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |
|                           | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |

|                              |      |         |         |         |         |         |         |
|------------------------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Porto Santos Hamburgo - Mols | gr.  | 12500   | 12398   | 12607   | 12589   | 12693   | 12476   |
| Prato del Molde              | gr.  | 8033    | 8035    | 8021    | 8021    | 8014    | 8014    |
| Prato del Santos Hamburgo    | gr.  | 4552    | 4251    | 4886    | 4585    | 4645    | 4892    |
| Volcan del Norte             | m/s  | 2321,45 | 2323,46 | 2323,46 | 2323,46 | 2323,46 | 2323,46 |
| Caracal del Norte Hamburgo   | gr/s | 1,968   | 1,871   | 1,074   | 1,360   | 2,009   | 2,020   |

| Opinión No                     | A                 | B      | C      | D      | E      | F      | G      | H      |
|--------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suave + Húmeda + Capaz         | 97                | 140,79 | 90,82  | 106,83 | 94,1   | 89     | 118,89 | 94,1   |
| Primo del Suelo Seco + Capaz   | 97                | 115,85 | 133,94 | 119,34 | 107,71 | 96,43  | 103,43 | 97,95  |
| Primo del Agua                 | 97                | 24,98  | 26,98  | 32,98  | 28,32  | 18,88  | 30,77  | 21,98  |
| Primo de la Capaz              | 97                | 98,88  | 119,73 | 82,18  | 25,56  | 24,44  | 34,76  | 20,87  |
| Primo del Suelo Seco           | 97                | 98,88  | 216,19 | 60,18  | 82,75  | 73,93  | 104,74 | 106,33 |
| % de Humedad                   | %                 | 27,25% | 17,25% | 17,25% | 24,65% | 24,65% | 11,68% | 22,68% |
| <b>Promedio de Humedad</b>     | %                 | 27,25% | 17,25% | 17,25% | 24,65% | 24,65% | 11,68% | 22,68% |
| <b>Densidad del Suelo Seco</b> | g/cm <sup>3</sup> | 1,642  | 1,627  | 1,591  | 1,623  | 1,632  | 1,637  | 1,605  |

## EXPANSION

| Fecha      | Hora       | Tiempo    | EXPANSION |                               |      | EXPANSION                     |      |                               |
|------------|------------|-----------|-----------|-------------------------------|------|-------------------------------|------|-------------------------------|
|            |            |           | Dist      | Expansión<br>m/s <sup>2</sup> | Dist | Expansión<br>m/s <sup>2</sup> | Dist | Expansión<br>m/s <sup>2</sup> |
| 2011-10-10 | 12:00 a.m. |           |           |                               |      |                               |      |                               |
| 2011-10-10 | 12:00 a.m. | 24:00:00  |           |                               |      |                               |      |                               |
| 2011-10-10 | 12:00 a.m. | 48:00:00  |           |                               |      |                               |      |                               |
| 2011-10-10 | 12:00 a.m. | 72:00:00  |           |                               |      |                               |      |                               |
| 2011-10-10 | 12:00 a.m. | 96:00:00  |           |                               |      |                               |      |                               |
| 2011-10-10 | 12:00 a.m. | 120:00:00 |           |                               |      |                               |      |                               |

## PENETRACION

| PARE FRACCION |        |            |             |      |        |             |      |        |             |      |        |
|---------------|--------|------------|-------------|------|--------|-------------|------|--------|-------------|------|--------|
| Parefracción  | Tiempo | Carga Est. | MOLEC No. 1 |      |        | MOLEC No. 2 |      |        | MOLEC No. 3 |      |        |
|               |        |            | Grav        | Vol  | Compos | Grav        | Vol  | Compos | Grav        | Vol  | Compos |
| 0.60          | 6.00   |            | 5.30        | 3.20 |        | 5.30        | 3.20 |        | 5.30        | 3.20 |        |
| 0.80          | 30.30  |            | 11.0        | 6.5  |        | 12.4        | 7.7  |        | 16.7        | 9.6  |        |
| 1.27          | 91.20  |            | 34.3        | 3.2  |        | 21.5        | 9.4  |        | 34.8        | 17   |        |
| 1.91          | 91.30  |            | 36.1        | 1.8  |        | 40.1        | 2.2  |        | 30.6        | 2.7  |        |
| 2.54          | 65.00  | 75.31      | 46.2        | 2.3  |        | 34.5        | 2.8  |        | 58.7        | 3.5  |        |
| 3.91          | 33.30  |            | 94.7        | 0.5  |        | 94.7        | 0.3  |        | 128.4       | 0.5  |        |
| 6.08          | 04.00  | 105.00     | 128.9       | 0.4  |        | 103.4       | 3.5  |        | 128.4       | 8.5  |        |
| 6.38          | 05.30  |            | 93.8        | 4.7  |        | 128.2       | 8.9  |        | 152.7       | 8.9  |        |
| 7.82          | 08.00  |            | 103.8       | 8.3  |        | 141.3       | 7.1  |        | 170.8       | 7.7  |        |
| 8.84          | 07.00  |            | 114.4       | 2.9  |        | 153.8       | 7.8  |        | 195.3       | 8.4  |        |
| 10.18         | 08.30  |            | 125.1       | 5.3  |        | 160.1       | 8.1  |        | 198.2       | 10.0 |        |

Each bag A Angel® 100%  
TROYCOIL® 100% 100% 100%  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



Wipro College of Engineering  
Coimbatore - 641 013  
Ph: 0422-2619473

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

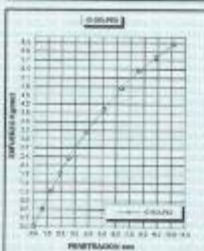
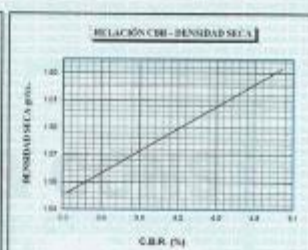
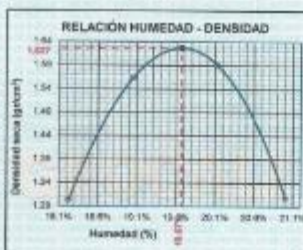
ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

**GEOCALI & CONS**  
Consultoría y Control de Calidad

RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE CBR - GRÁFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

|             |                                                                                                                                                       |                                           |               |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------|
| PROYECTO    | RECONSTRUCCIÓN DE LA RUTA METRO DE CHANCAY VECES POR 10<br>1. ZONA PROYECTADA (CON DISEÑO DE MAQUINERÍA Y CAL, CARRETERA UNIVALENTE BARRIO, PUNO 2022 | METODO DE COMPACTACIÓN                    | ASTM D1557-91 |
| SOLICITANTE | Bach. Sherry Torres Morales                                                                                                                           | MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.63          |
| MUESTRA     | UNIFORME - MUESTRA UNICA                                                                                                                              | HUMEDAD OPTIMA (%)                        | 25.7%         |
| UBICACIÓN   | CARRETERA UNIVALENTE BARRIO, PUNO                                                                                                                     | CBR AL 100 DE M.D.S. (%)                  | 4.50          |
| COORDENADA  | 100.400000000000                                                                                                                                      | CBR AL 95% DE M.D.S. (%)                  | 3.39          |
| FECHA       | 10/01/2022                                                                                                                                            | CLASIFICACIÓN                             | CL            |
|             |                                                                                                                                                       | AASHTO                                    | A-6           |
|             |                                                                                                                                                       | EMBEUDO                                   | 1.4 DIAS      |



Bach. Ing. A. Jorge Luis Flores  
Técnico Laboratorio Geotecnia  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilma Colchagua Carr  
Ejec. Gerencia y Mantenimiento Técnico  
CBR. MTC 200.171





### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECÁNICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-190

#### TESIS

1. "EVALUACIÓN DE SUBSTRATOS DE LÁMINA VERTICAL EN ZONAS TROPICALES CON CONDICIÓN DE MAQUERAZO CAL, CARRETERA SARMAN-ALTO BAMBARRA, POTOSÍ, BOLIVIA"

#### SOLICITANTE

1. SUELO - Muestra Muestra 1 y 2

#### UBICACIÓN

1. CARRETERA SARMAN-ALTO BAMBARRA, POTOSÍ

#### COORDENADA

1. KM. 4.70007 BAMBARRA, 1

#### PROFUNDIDAD

1. 1.50 m

#### MUESTRA

1. CHUSOTA CO - MUESTRA PASADIZA + 150 CM + 150 CM DE MUESTRA

#### FECHA

1. 19/01/2014 A 20/01/2014

|              |   |   |                   |   |                      |
|--------------|---|---|-------------------|---|----------------------|
| MOLDE No     | 1 | 1 | VOLUMEN DEL MOLDE | 2 | 2100 cm <sup>3</sup> |
| No. DE CAPAS | 5 | 5 | GOLFES POR CAPA   | 1 | 30 golpes            |

|                           |                    |       |       |       |       |
|---------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr.                | 9779  | 10000 | 10400 | 10002 |
| Peso del Molde            | gr.                | 8290  | 8384  | 8386  | 8386  |
| Peso del Suelo Humedo     | gr/cm <sup>3</sup> | 1300  | 1616  | 1404  | 1616  |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cm <sup>3</sup> | 1.561 | 1.897 | 1.812 | 1.734 |

| Capas No                    | No  | SLP    | SNP    | SLP    | SNP    | SLP    | SNP    | SLP    | SNP    |
|-----------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capas        | gr. | 111.35 | 120.50 | 126.16 | 112.02 | 145.35 | 112.02 | 112.35 | 100.91 |
| Peso del Suelo Seco + Capas | gr. | 81.70  | 107.80 | 138.07 | 86.84  | 126.35 | 88.11  | 81.78  | 120.75 |
| Peso del Agua               | gr. | 29.65  | 12.70  | 21.51  | 15.90  | 20.20  | 15.73  | 15.17  | 20.16  |
| Peso de la Capas            | gr. | 21.59  | 21.85  | 23.91  | 24.95  | 25.41  | 23.71  | 25.50  | 28.70  |
| Peso del Suelo Seco         | gr. | 74.40  | 85.95  | 112.66 | 71.86  | 99.09  | 74.40  | 71.59  | 94.05  |
| % de Humedad                | %   | 13.00% | 14.50% | 18.95% | 19.40% | 20.00% | 21.44% | 21.19% | 21.44% |
| Promedio de Humedad         | %   | 18.35% | 16.17% | 20.88% | 21.31% | 21.31% | 21.31% | 21.31% | 21.31% |
| Densidad del Suelo Seco     | %   | 1.348  | 1.567  | 1.584  | 1.429  | 1.429  | 1.429  | 1.429  | 1.429  |

|                       |                      |                         |
|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| METODO: ASTM D - 1557 | MAXIMA DENSIDAD SECA | 1.84 gr/cm <sup>3</sup> |
| MODIFICADO "G"        | HUMEDAD OPTIMA       | 20.8%                   |





### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

#### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TESIS: ESTUDIOS GEOTECNICOS DE CAMINOS Y OBRAS EN ZONAS TROPICALES CON CLIMA DE MIZQUE Y CAL, GARZATEA (SARINAJITO) INAMAP, PUNO  
2021  
SOLICITANTE: Bach. Andres Enrique Jimenez Lora  
UBICACIÓN: CARRETERA TARIJA-ALTO INAMAP, PUNO  
COORDENADA: 14° 41' 00" S 70° 00' 00" W  
PROFUNDIDAD: 1.45 m.  
MUESTRA: CALICATA (3) - MUESTRA EXTERIOR - 2da. CUBA - 10% CURPO DE MALLA 60  
FECHA: 04 de Enero del 2023

|                                 |        |          |             |          |             |          |
|---------------------------------|--------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| MOLDE No                        |        | 10       |             | 5        |             | 3        |
| No de CAPAS                     |        | 5        |             | 5        |             | 5        |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA       |        | 12       |             | 20       |             | 20       |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA       |        | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |
| Peso Suelo Humedo + Molde       | gr     | 12636    | 12333       | 12634    | 12335       | 12619    |
| Peso del Molde                  | gr     | 8053     | 8018        | 8021     | 8021        | 8014     |
| Peso del Suelo Humedo           | gr     | 4603     | 4315        | 4613     | 4314        | 4605     |
| Volumen del Suelo               | cm3    | 2323.48  | 2323.48     | 2323.48  | 2323.48     | 2323.48  |
| Densidad del Suelo Humedo       | gr/cm3 | 1.981    | 1.856       | 1.981    | 1.857       | 1.981    |
|                                 |        |          |             |          |             |          |
| Capacidad No                    | gr     | Y        | K           | Q        | F           | R        |
| Peso Humedo + Capacidad         | gr     | 154.38   | 158.38      | 161.38   | 162.38      | 162.38   |
| Peso del Suelo Seco + Capacidad | gr     | 126.38   | 123.38      | 126.38   | 123.38      | 126.38   |
| Peso del Agua                   | gr     | 28.00    | 35.00       | 35.00    | 39.00       | 36.00    |
| Peso de la Capacidad            | gr     | 22.54    | 26.12       | 25.13    | 24.30       | 26.12    |
| Peso del Suelo Seco             | gr     | 103.84   | 87.26       | 91.25    | 89.08       | 90.26    |
| % de Humedad                    | %      | 27.02%   | 39.89%      | 38.69%   | 43.67%      | 39.89%   |
| Promedio de Humedad             | %      | 27.02%   | 38.68%      | 39.73%   | 38.64%      | 32.19%   |
| Densidad del Suelo Seco         | gr/cm3 | 1.504    | 1.851       | 1.858    | 1.554       | 1.468    |

#### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora       | Tiempo   | Dist | Expansión (%) | Dist | Expansión (%) | Dist  | Expansión (%) |
|------------|------------|----------|------|---------------|------|---------------|-------|---------------|
| 20/12/2022 | 12:30 a.m. | 24:00:00 |      |               |      |               | 182.3 | 0.0           |
| 20/12/2022 | 12:30 a.m. | 24:00:00 |      |               |      |               | 213.0 | 1.39          |
| 21/12/2022 | 12:30 a.m. | 24:00:00 |      |               |      |               | 269.0 | 2.70          |
| 01/01/2023 | 12:30 a.m. | 24:00:00 |      |               |      |               | 327.0 | 4.00          |
| 02/01/2023 | 12:30 a.m. | 24:00:00 |      |               |      |               | 385.2 | 5.29          |

#### PENETRACIÓN

| Penetración (mm) | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No 10 |       |      |       | MOLDE No 5 |       |      |       | MOLDE No 3 |       |      |       |
|------------------|--------|------------|-------------|-------|------|-------|------------|-------|------|-------|------------|-------|------|-------|
|                  |        |            | Dist        | Rp    | Rq   | Rm    | Dist       | Rp    | Rq   | Rm    | Dist       | Rp    | Rq   | Rm    |
| 0.06             | 0.00   |            |             | 0.00  | 0.00 | 0.00  |            | 0.00  | 0.00 | 0.00  |            | 0.00  | 0.00 | 0.00  |
| 0.63             | 00:30  |            |             | 17.5  | 0.9  | 15.8  |            | 15.8  | 1.0  | 15.8  |            | 15.8  | 1.0  | 15.8  |
| 1.37             | 01:00  |            |             | 47.8  | 2.1  | 42.4  |            | 42.4  | 2.3  | 42.4  |            | 42.4  | 2.3  | 42.4  |
| 1.91             | 01:30  |            |             | 68.4  | 3.3  | 72.4  |            | 72.4  | 3.7  | 72.4  |            | 72.4  | 3.7  | 72.4  |
| 2.54             | 02:00  | 75.91      |             | 84.2  | 4.3  | 88.8  |            | 88.8  | 4.9  | 88.8  |            | 88.8  | 4.9  | 88.8  |
| 3.01             | 02:30  |            |             | 119.7 | 5.1  | 135.9 |            | 135.9 | 5.9  | 135.9 |            | 135.9 | 5.9  | 135.9 |
| 4.08             | 04:00  | 105.66     |             | 146.0 | 7.4  | 167.3 |            | 167.3 | 8.5  | 167.3 |            | 167.3 | 8.5  | 167.3 |
| 6.35             | 06:00  |            |             | 199.7 | 9.3  | 190.9 |            | 190.9 | 9.9  | 190.9 |            | 190.9 | 9.9  | 190.9 |
| 7.62             | 06:00  |            |             | 199.4 | 9.4  | 206.4 |            | 206.4 | 10.6 | 206.4 |            | 206.4 | 10.6 | 206.4 |
| 8.84             | 07:00  |            |             | 201.2 | 10.3 | 222.4 |            | 222.4 | 11.2 | 222.4 |            | 222.4 | 11.2 | 222.4 |
| 10.16            | 08:00  |            |             | 212.8 | 10.7 | 236.7 |            | 236.7 | 11.8 | 236.7 |            | 236.7 | 11.8 | 236.7 |

Bach. Ing. A. Angel Luján Panto  
TECNICO DEL LABORATORIO GEOTECNICO  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilmar Colapinto Lora  
Ing. Geocali y Asociados S.A.C.  
CALLE 1000 1000



### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

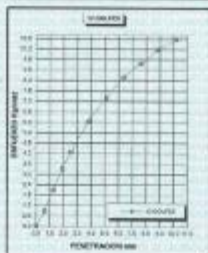
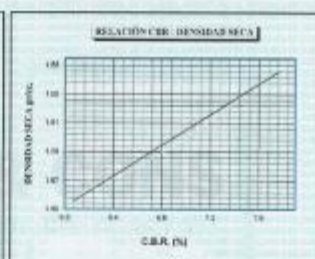
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS - CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

#### ENSAYO DE CBR - GRÁFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

| TEXIS                                                                                                                                                                     | METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-01                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TESTEADOR: ESTABLECIMIENTO SUBSISTENTE DE COMARCAS VICEPRESIDENTE<br>E. TORRES TRONCOSO (EJECUTIVO DE MANTENIMIENTO Y CALIDAD)<br>CARRETERA SAN RAMÓN - TUMBAY, PUNO 2022 | MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> ): 1.64<br>HUMEDAD OPTIMA (%): 20.0%<br>CBR AL 100 DE M.D.S. (%): 7.72<br>CBR AL 95% DE M.D.S. (%): 6.20 |
| SOLICITANTE: Ing. Daniel Mendo Morales (Jr)                                                                                                                               | CLASIFICACIÓN: CL                                                                                                                                 |
| MUESTRA: CARRETERA DE MUESTRA (MTC) - 20.0% + 100 (CANTIDAD)<br>MUESTRA                                                                                                   | AASHTO: A-6                                                                                                                                       |
| UBICACIÓN: CARRETERA SAN RAMÓN - TUMBAY, PUNO                                                                                                                             | EMBEBIDO: 14 DIAS                                                                                                                                 |
| COORDENADA: 1. 95.4700000000000<br>2. 95.4700000000000                                                                                                                    |                                                                                                                                                   |
| FECHA: 1. 14 de Mayo de 2022                                                                                                                                              |                                                                                                                                                   |



Ing. Daniel Mendo Morales (Jr)  
MTC E 132-2000  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Víctor Colapinto Linares  
MTC E 132-2000  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD





### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo **GEOCALI & CONS**

RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-100

#### TESIS

#### SOLICITANTE

#### UBICACIÓN

#### COORDENADA

#### PROFUNDIDAD

#### MUESTRA

#### FECHA

1. ESTABILIZACIÓN DE SUBGRANDES DE CARBÓN VEGETAL EN ZONAS TROPICALES CON CEMENTO DE MINERAL Y CAL, CARBONERA SANJOA-AUTO  
BOMBARRI, PUERTO 2007.  
2. Ruta, Inter. Sanjoa-Sanjoa 1km.  
3. CARBONERA SANJOA-AUTO BOMBARRI, PUERTO  
4. 100 y 1500 / 2000m. 1  
5. 1.55 m.  
6. CRUCEROS 001 - MAQUETA PATRÓN 001 CON + 100 CEMENTO DE MINERAL  
7. 10/04/13  
8. 10/04/13

|             |   |                   |                      |
|-------------|---|-------------------|----------------------|
| BOLDE No    | 1 | VOLUMEN DEL MOLDE | 2125 cm <sup>3</sup> |
| No DE CAPAS | 5 | SOLPES POR CAPA   | 58 golpes            |

|                           |                    |       |       |       |       |
|---------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr                 | 10535 | 10545 | 10723 | 10694 |
| Peso del Molde            | gr                 | 8290  | 8295  | 8305  | 8340  |
| Peso del Suelo Humedo     | gr                 | 4139  | 4250  | 4307  | 4254  |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cm <sup>3</sup> | 1.947 | 1.995 | 2.026 | 2.002 |

| Capas No                    | No | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   | SUP.   | INF.   |
|-----------------------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capas        | gr | 123.89 | 123.47 | 126.32 | 122.22 | 130.10 | 115.08 | 121.94 | 122.83 |
| Peso del Suelo Seco + Capas | gr | 108.72 | 106.87 | 105.34 | 104.42 | 108.87 | 101.45 | 102.51 | 104.22 |
| Peso del Agua               | gr | 15.17  | 16.60  | 20.98  | 17.80  | 21.23  | 13.63  | 19.43  | 18.61  |
| Peso de la Capas            | gr | 22.75  | 22.03  | 23.36  | 23.33  | 23.37  | 23.20  | 22.89  | 22.80  |
| Peso del Suelo Seco         | gr | 85.97  | 84.84  | 81.98  | 81.09  | 85.60  | 77.83  | 80.62  | 81.40  |
| % de humedad                | %  | 20.99% | 20.16% | 25.65% | 21.85% | 24.67% | 22.07% | 23.76% | 22.91% |
| Promedio de Humedad         | %  | 20.42% | 21.29% | 23.26% | 22.39% | 23.39% | 22.39% | 23.39% | 22.39% |
| Densidad del Suelo Seco     | %  | 1.817  | 1.849  | 1.858  | 1.858  | 1.858  | 1.858  | 1.858  | 1.858  |

|        |                                 |                      |                         |
|--------|---------------------------------|----------------------|-------------------------|
| METODO | ASTM D - 1557<br>MODIFICADO "C" | MAXIMA DENSIDAD SECA | 1.88 gr/cm <sup>3</sup> |
|        |                                 | HUMEDAD OPTIMA       | 22.1%                   |



## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

**GEOCALI & CONS**

RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

TCSHS

<sup>2</sup> TRATAMIENTO DE SUMINISTROS DE CAMBIO VERDADERO EN OTRA: PREPUESTOS CON CORRECCIÓN DE INFLACIÓN Y DEL CARRETERA (ANEXO A-10) (ANEXO A-10)

2011

SOLICITANTE

Back: Stanley needs more de Ligne

## UBICACIÓN

DASSETTA SANDRA ALTO AMMIREL PUNO

COORDENAD

1. 1995, 470

## PROFUND

1 CALCULATĂ DE MINISTRĂ PATRONATĂ CAL + 15% CENZĂ DE SALUBITATE

FSC® C01484

10. *Journal of the American Medical Association*, 2002; 287: 2639-2645.

|                           |          |             |                      |
|---------------------------|----------|-------------|----------------------|
| NO. DE M3                 | 18       | 8           | 1                    |
| NO. DE CAPAS              | 5        | 5           | 5                    |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 10       | 25          | 50                   |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO SIN SATURAR |

|                              |     |         |         |         |         |         |         |
|------------------------------|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Playa Suro (Huelva) + Mollat | gr  | 12719   | 13488   | 12850   | 12888   | 12875   | 12842   |
| Playa del Mollat             | gr  | 8070    | 8013    | 8071    | 8021    | 8014    | 8014    |
| Playa del Santo Marcial      | gr  | 6888    | 6852    | 6888    | 6888    | 6799    | 6825    |
| Valeiros del Guato           | (m) | 2325.48 | 2325.48 | 2325.48 | 2325.48 | 2325.48 | 2325.48 |
| Playa del Santo Marcial      | (m) | 2.317   | 1.316   | 3.310   | 1.323   | 3.006   | 1.391   |

|                                                  | I      | II     | III    | IV     | V      | VI     | VII    | VIII   | IX     | X      | XI     | XII    |
|--------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Temperatura del Aire                             | 110.00 | 111.60 | 118.30 | 117.10 | 105.10 | 102.50 | 114.00 | 117.00 | 108.20 | 116.00 | 116.00 | 116.00 |
| Temperatura del Suelo a 5 cm de Profundidad      | 97.27  | 92.11  | 94.40  | 97.40  | 92.50  | 92.50  | 96.00  | 100.00 | 96.41  | 98.20  | 98.20  | 98.20  |
| Presión del Vapor de Agua                        | 91.25  | 88.00  | 93.00  | 93.86  | 87.03  | 85.00  | 91.00  | 93.00  | 88.32  | 93.32  | 93.32  | 93.32  |
| Presión del Vapor de Agua a 5 cm de Profundidad  | 85.00  | 81.80  | 83.88  | 85.00  | 81.00  | 81.00  | 87.10  | 90.00  | 88.80  | 92.87  | 92.87  | 92.87  |
| Presión del Vapor de Agua a 10 cm de Profundidad | 75.00  | 73.33  | 76.41  | 76.61  | 69.81  | 69.81  | 74.10  | 76.00  | 73.81  | 78.88  | 78.88  | 78.88  |
| % de Humedad                                     | 33.75  | 37.84  | 37.50  | 37.50  | 30.00  | 30.00  | 33.10  | 34.00  | 30.41  | 33.33  | 33.33  | 33.33  |
| Densidad de Humedad                              | 28.50  | 32.85  | 32.85  | 32.85  | 23.15  | 23.15  | 28.15  | 28.15  | 24.00  | 27.00  | 27.00  | 27.00  |
| Porcentaje de Suelo Seco                         | 66.25  | 62.16  | 62.50  | 62.50  | 70.00  | 70.00  | 66.90  | 66.00  | 69.59  | 66.67  | 66.67  | 66.67  |

## EXPANSION

| EXPANSION  |            |          |  | EXPANSION |                   |
|------------|------------|----------|--|-----------|-------------------|
| Fecha      | Hora       | Tiempo   |  | Diel      | Capacidad<br>mm % |
| 29/12/2022 | 12:00 a.m. |          |  | 234.1     | 9.9               |
| 30/12/2022 | 12:00 a.m. | 24:00:00 |  | 290.0     | 1.58              |
| 31/12/2022 | 12:00 a.m. | 48:00:00 |  | 349.7     | 2.02              |
| 01/01/2023 | 12:00 a.m. | 72:00:00 |  | 386.7     | 2.99              |
| 02/01/2023 | 12:00 a.m. | 96:00:00 |  | 203.7     | 2.87              |

## PENETRACION

| PAPER FRACCIÓN |        |            |             |       |         |              |       |         |             |       |         |
|----------------|--------|------------|-------------|-------|---------|--------------|-------|---------|-------------|-------|---------|
| Penetración    | Tiempo | Carga Est. | BOLDE No. I |       |         | BOLDE No. II |       |         | BOLDE No. I |       |         |
|                |        |            | Estad.      | Extr. | Gravim. | Estad.       | Extr. | Gravim. | Estad.      | Extr. | Gravim. |
| 0.50           | 0.00   |            | 2.30        | 5.00  |         | 2.30         | 5.00  |         | 2.30        | 5.00  |         |
| 0.50           | 0.00   |            | 157         | 6.0   |         | 157          | 6.0   |         | 157         | 6.0   |         |
| 1.20           | 01:00  |            | 48.6        | 2.6   |         | 51.4         | 3.6   |         | 57.2        | 5.0   |         |
| 1.91           | 01:30  |            | 60.4        | 3.0   |         | 75.4         | 3.6   |         | 90.3        | 4.6   |         |
| 2.94           | 02:00  | 75.31      | 91.7        | 4.4   |         | 98.3         | 5.0   |         | 117.3       | 6.0   |         |
| 3.68           | 03:00  |            | 110.9       | 5.1   |         | 135.5        | 6.0   |         | 152.7       | 7.7   |         |
| 5.01           | 04:00  | 105.56     | 140.0       | 5.6   |         | 162.3        | 6.6   |         | 170.5       | 8.1   |         |
| 6.38           | 06:00  |            | 162.7       | 8.0   |         | 186.0        | 9.0   |         | 201.7       | 10.0  |         |
| 7.63           | 08:00  |            | 171.4       | 9.0   |         | 206.4        | 10.0  |         | 221.7       | 11.2  |         |
| 8.24           | 10:00  |            | 186.3       | 9.4   |         | 220.4        | 11.1  |         | 236.4       | 11.9  |         |
| 10.18          | 08:00  |            | 199.0       | 9.6   |         | 230.5        | 11.6  |         | 243.6       | 12.3  |         |

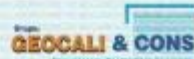
  
 Beth Ing A. Angelo, Vice President  
 TECHNOLOGICAL SERVICES DIVISION

Ing. Wilder Colmenares Lora  
 Tercer Operador y Mecánico de Bombas  
 CIE No. 238.171



### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

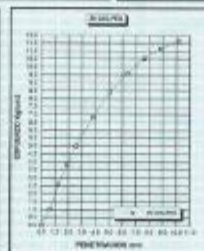
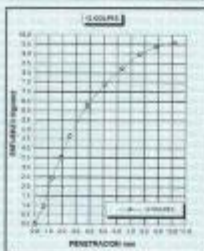
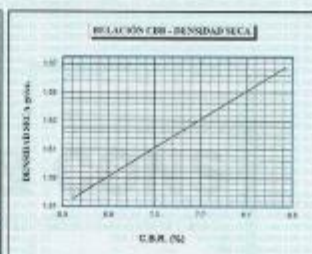
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS - CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE CBR - GRÁFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>TESIS</b><br>"ESTIMACIÓN DE SUBGRANITO DE CARBONATO VITRIFICADO<br>1. ZONA PREPACADO CON DISEÑO DE INGENIERÍA Y CAL<br>CAMBIOS EN EL DISEÑO DE INGENIERÍA Y CAL" | <b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b><br>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> ) 2.66<br>HUMEDAD ÓPTIMA (%) 22.26<br>CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 5.34<br>CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 4.44 |
| <b>SOLICITANTE</b><br>Ing. Merys Rocio Mancilla                                                                                                                     | <b>CLASIFICACIÓN</b><br>CL                                                                                                                                                                   |
| <b>MUESTRA</b><br>CAUCIÓN DE MONITOREO TECNOLÓGICO (MTC) 100% DE<br>MUESTRA                                                                                         | <b>AASHTO</b><br>6-6                                                                                                                                                                         |
| <b>UBICACIÓN</b><br>CARRETERA SMOUL (ALTO SMOUL, PUEBLO)                                                                                                            | <b>EMERIDO</b><br>4 DIAS                                                                                                                                                                     |
| <b>COORDENADA</b><br>C. AL. 100000 848000 E                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                              |
| <b>FECHA</b><br>1 de mayo de 2013                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                              |



Ing. Merys Rocio Mancilla  
 Responsable del Laboratorio  
 Mecánica de Suelos y Control de Calidad

Ing. Merys Rocio Mancilla  
 Responsable del Laboratorio  
 Mecánica de Suelos y Control de Calidad





### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo: **GEOCALI & CONS**  
Consultoría y Control de Calidad

RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-100

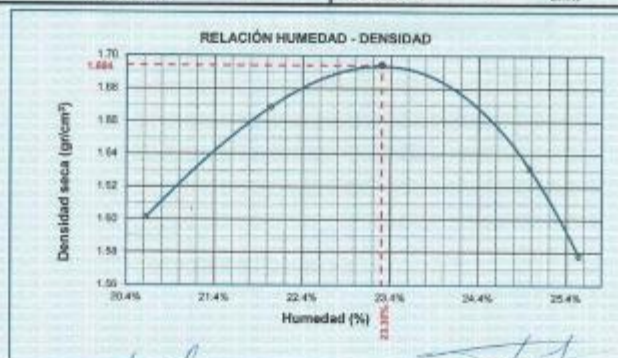
TESIS : TITULACIÓN DE SUBALFAROS DE CAMBIOS MEDIANOS EN ZONAS TROPICALES CON CERCAS DE HIEDRA Y CAL, CARRETERA SANJA ALTO  
SOLICITANTE : Jock, Shelly Nando Marcano Lora  
UBICACIÓN : CARRETERA SANJA ALTO BAMBAMBAL PUNO  
COORDENADA : 16° 4' 30" S 71° 00' 0" W  
PROFUNDIDAD : 1.00 m  
MUESTRA : CALICU DE MUESTRA PATRON EN CAL + 20% CERCA DE HIEDRA  
FECHA : MARZO 14 DE 2023

|             |   |   |                   |                      |
|-------------|---|---|-------------------|----------------------|
| MOLDE No    | 1 | 1 | VOLUMEN DEL MOLDE | 2126 cm <sup>3</sup> |
| No DE CAPAS | 1 | 5 | GOLFES POR CAPA   | 55 golpes            |

|                           |                    |       |       |       |       |
|---------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr.                | 10600 | 10728 | 10730 | 10607 |
| Peso del Molde            | gr.                | 8396  | 8396  | 8396  | 8396  |
| Peso del Suelo Humedo     | gr/tonel.          | 4100  | 4330  | 4334  | 4211  |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cm <sup>3</sup> | 1.807 | 2.038 | 2.038 | 1.807 |

| Capítulo No                    | No  | SUP.   | IMP.   | SUP.   | IMP.   | SUP.   | IMP.   | SUP.   | IMP.   |
|--------------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capítulo        | gr. | 126.48 | 172.50 | 110.27 | 130.34 | 140.58 | 117.26 | 150.24 | 181.72 |
| Peso del Suelo Seco + Capítulo | gr. | 112.67 | 146.26 | 98.35  | 119.20 | 124.35 | 97.88  | 98.00  | 124.76 |
| Peso del Agua                  | gr. | 13.81  | 26.24  | 11.92  | 20.14  | 22.23  | 19.38  | 25.24  | 26.96  |
| Peso de la Capa                | gr. | 22.52  | 23.89  | 24.74  | 25.12  | 25.33  | 23.36  | 24.97  | 23.30  |
| Peso del Suelo Seco            | gr. | 88.34  | 124.81 | 71.61  | 95.14  | 98.52  | 78.49  | 74.96  | 111.78 |
| % de Humedad                   | %   | 21.83% | 20.21% | 22.23% | 23.04% | 23.08% | 24.07% | 28.98% | 24.10% |
| Promedio de Humedad            | %   | 20.82% |        | 22.04% |        | 23.98% |        | 23.94% |        |
| Densidad del Suelo Seco        | %   | 1.491  |        | 1.559  |        | 1.821  |        | 1.828  |        |

|                       |                        |                        |
|-----------------------|------------------------|------------------------|
| METODO: ASTM D - 1557 | MAXIMA DENSIDAD SECA : | 1.88 g/cm <sup>3</sup> |
| MODIFICADO "C"        | HUMEDAD OPTIMA :       | 23.3%                  |





### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

#### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CHB

##### TESIS

"ESTIMACION DE ADECUANTES DE COMINGO VIGALTES EN ZONAS TROPICALES EN CIUDAD DE MAJES Y CAL, CARRETERA JERONIMO NARANJO, PUNO"

##### SOLICITANTE

Bach. Walter Pineda Viquez

##### UBICACIÓN

CARRETERA SACHA-ALTO NARANJO, PUNO

##### COORDINADA

106.45000 84.80000

##### PROFUNDIDAD

± 1.00 m

##### NUESTRA

CAJACATA-03 - MUESTRA PATRON 8% CAL + 80% CENIZA DE MALEZA

##### FECHA

1 noviembre, 4 de Enero de 2020

|                           |          |             |          |
|---------------------------|----------|-------------|----------|
| MOLDE No                  | II       | III         | I        |
| No DE CAPAS               | 8        | 5           | 6        |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 13       | 25          | 55       |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SATURADO | EN SATURADO | SATURADO |

|                           |                    |         |         |         |         |         |         |
|---------------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr                 | 12811   | 12462   | 12698   | 12827   | 12583   | 12785   |
| Peso del Molde            | gr                 | 8023    | 8023    | 8021    | 8021    | 8014    | 8014    |
| Peso del Suelo Humedo     | gr                 | 4808    | 4439    | 4678    | 4806    | 4569    | 4771    |
| Volumen del Suelo         | cm <sup>3</sup>    | 2323.46 | 2025.48 | 2323.48 | 2323.48 | 2323.46 | 2323.46 |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cm <sup>3</sup> | 2.069   | 2.190   | 2.008   | 2.068   | 1.965   | 2.053   |

| Capas No                    | No                 | II     | III    | IV     | V      | VI     | VII    | VIII   |
|-----------------------------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capas        | gr                 | 132.26 | 146.58 | 127.43 | 129.65 | 148.68 | 158.95 | 167.54 |
| Peso del Suelo Seco + Capas | gr                 | 124.17 | 138.54 | 130.01 | 134.33 | 132.13 | 134.62 | 134.84 |
| Peso del Agua               | gr                 | 8.09   | 8.04   | 18.42  | 15.32  | 16.55  | 24.33  | 32.70  |
| Peso de la Capas            | gr                 | 31.19  | 32.34  | 23.08  | 24.12  | 23.38  | 32.47  | 34.49  |
| Peso del Suelo Seco         | gr                 | 103.08 | 106.20 | 106.93 | 110.21 | 108.75 | 102.15 | 100.35 |
| % de Humedad                | %                  | 7.84%  | 7.54%  | 17.33% | 13.85% | 15.21% | 23.69% | 32.61% |
| Promedio de Humedad         | %                  | 30.78% | 23.28% | 27.76% | 33.38% | 33.38% | 33.69% | 33.61% |
| Densidad del Suelo Seco     | gr/cm <sup>3</sup> | 1.406  | 1.527  | 1.443  | 1.448  | 1.448  | 1.448  | 1.448  |

#### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora       | Tiempo   | Diámetro | Expansión | Diámetro | Expansión | Diámetro | Expansión |
|------------|------------|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| 26/10/2020 | 12:03 p.m. |          | 100.0    | 0.0       | 100.0    | 0.0       | 100.0    | 0.0       |
| 30/10/2020 | 12:03 p.m. | 24:00:00 | 100.0    | 0.0       | 100.0    | 0.0       | 100.0    | 0.0       |
| 31/10/2020 | 12:03 p.m. | 48:00:00 | 100.0    | 0.0       | 100.0    | 0.0       | 100.0    | 0.0       |
| 01/11/2020 | 12:03 p.m. | 72:00:00 | 100.0    | 0.0       | 100.0    | 0.0       | 100.0    | 0.0       |
| 02/11/2020 | 12:03 p.m. | 96:00:00 | 100.0    | 0.0       | 100.0    | 0.0       | 100.0    | 0.0       |

#### PENETRACION

| Penetración | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No | II   | MOLDE No | III  | MOLDE No | IV   |
|-------------|--------|------------|----------|------|----------|------|----------|------|
| mm          |        |            | gr       | Kg   | gr       | Kg   | gr       | Kg   |
| 0.00        | 0.00   |            | 0.00     | 0.00 | 0.00     | 0.00 | 0.00     | 0.00 |
| 0.03        | 00.30  |            | 24.4     | 1.3  | 24.4     | 1.3  | 24.4     | 1.3  |
| 1.27        | 01.30  |            | 118.0    | 5.5  | 118.0    | 5.5  | 118.0    | 5.5  |
| 1.81        | 01.30  |            | 118.0    | 5.5  | 118.0    | 5.5  | 118.0    | 5.5  |
| 2.34        | 02.30  | 70.20      | 144.4    | 7.3  | 144.4    | 7.3  | 144.4    | 7.3  |
| 3.01        | 02.30  |            | 184.7    | 9.3  | 184.7    | 9.3  | 184.7    | 9.3  |
| 3.89        | 04.30  | 135.00     | 209.7    | 10.8 | 209.7    | 10.8 | 209.7    | 10.8 |
| 4.30        | 06.30  |            | 231.4    | 11.7 | 231.4    | 11.7 | 231.4    | 11.7 |
| 7.82        | 06.30  |            | 248.0    | 12.8 | 248.0    | 12.8 | 248.0    | 12.8 |
| 8.84        | 07.30  |            | 254.1    | 13.1 | 254.1    | 13.1 | 254.1    | 13.1 |
| 10.16       | 08.30  |            | 260.5    | 13.5 | 260.5    | 13.5 | 260.5    | 13.5 |

*[Firma]*  
Bach. Ing. A. Angelique Puma  
Técnico de Laboratorio SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

*[Firma]*  
Ing. Walter Colmenares Curo  
C.E. Laboratorio y Medición de Suelos  
C.P. N° 285171



### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

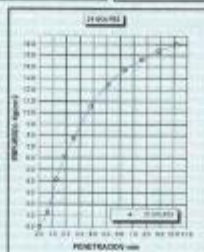
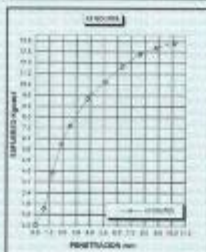
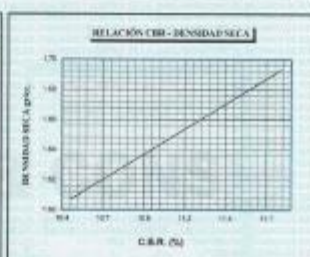
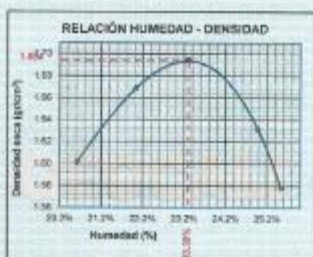
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS - CONSULTORÍA ESPECIALIZADA - MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES

Grupo **GEOCALI & CONS**

RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE CBR - GRÁFICO DE PENETRACIÓN MTC N° 133-2000

| TEMA                                                                                                                                                    | METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-01            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| PROYECTO: "ESTABLECIMIENTO DE SUBSISTENTES DE CAMIONES PRODUCE EN ZONA INDUSTRIAL DEL DISTRITO DE WALDOY Y CAL, CARRETERA LAOANAYO - NAWAYO, PUNO 2022" |                                                 |
| SOLICITANTE: Barco, Sherry Rosaly Mónica GDA                                                                                                            | MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> ): 1.69 |
| MUESTRA: CALICATA DE 10x10x10 cm en CAL + 2% CENIZA DE MAÍZ                                                                                             | HUMEDAD ÓPTIMA (%): 23.3%                       |
| UBICACIÓN: CARRETERA SANCOS ALTO INDIABUR, PUNO                                                                                                         | CBR AL 100 DE M.D.S. (%): 21.7%                 |
| COORDENADA: 261 47507 NOROCCIDENTAL                                                                                                                     | CBR AL 95% DE M.D.S. (%): 20.2%                 |
| FECHA: 1 de febrero de 2022                                                                                                                             | CLASIFICACIÓN: MI                               |
|                                                                                                                                                         | AASHTO: A-5                                     |
|                                                                                                                                                         | EMBEUDO: 4 OAS                                  |



Doc. No. 8-2022-11-01  
TECNICO DE LABORATORIO  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Wilfrido Colchagua Linares  
Ing. Gaspar y María Linares de Sotoca  
C.P. 19 228 173





### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-100

VERIFICACIÓN DE SUBSISTENTES DE EXAMEN VECORAL EN ZONAS TROPICALES CON CERROS DE MALEZA Y CAL, CARRETERA SANJOSE-ALTO

TESIS :  
SOLICITANTE : Sr. Carlos Andrés Mena Lora  
UBICACIÓN : CARRETERA SANJOSE-ALTO MAMABU, PUNO  
COORDENADA : 13° 41'00" S 74° 05'00" W  
PROFUNDIDAD : 1.00 m  
MUESTRA : CALUCHA 03 - MUESTRA ANONIM EN CAL + 15% CERRO DE MALEZA  
FECHA : 14 de mayo de 2023

|             |   |   |                   |   |                      |
|-------------|---|---|-------------------|---|----------------------|
| MOLDE No    | : | 1 | VOLUMEN DEL MOLDE | : | 2126 cm <sup>3</sup> |
| No DE CAPAS | : | 5 | GOLPES POR CAPA   | : | 55 golpes            |

|                           |                      |       |       |       |       |
|---------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | (g)                  | 10100 | 10443 | 10904 | 10381 |
| Peso del Molde            | (g)                  | 6586  | 6506  | 6706  | 6706  |
| Peso del Suelo Humedo     | (g)                  | 3514  | 3937  | 4198  | 3675  |
| Densidad del Suelo Humedo | (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.783 | 1.905 | 1.932 | 1.900 |

| Capítulo No                 | No  | SLP    | IMP    | SLP    | IMP    | SLP    | IMP    | SLP    | IMP    |
|-----------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capas        | (g) | 100.35 | 100.35 | 131.30 | 131.30 | 36.32  | 100.35 | 115.64 | 115.64 |
| Peso del Suelo Seco + Capas | (g) | 97.65  | 97.65  | 98.04  | 98.04  | 94.00  | 97.65  | 100.35 | 98.04  |
| Peso del Agua               | (g) | 11.70  | 11.70  | 11.50  | 11.50  | 11.35  | 13.80  | 15.41  | 15.58  |
| Peso de la Capas            | (g) | 42.68  | 42.68  | 38.79  | 40.35  | 46.35  | 36.24  | 41.57  | 44.44  |
| Peso del Suelo Seco         | (g) | 55.05  | 47.15  | 46.86  | 52.90  | 48.74  | 53.11  | 58.26  | 52.55  |
| % de Humedad                | %   | 21.22% | 21.58% | 23.18% | 23.18% | 23.60% | 26.13% | 26.43% | 26.52% |
| Promedio de Humedad         | %   |        | 21.42% |        | 23.21% |        | 26.92% |        | 26.84% |
| Densidad del Suelo Seco     | %   |        | 1.468  |        | 1.845  |        | 1.833  |        | 1.400  |

|         |                |                      |   |                        |
|---------|----------------|----------------------|---|------------------------|
| METODO: | ASTM D - 1557  | MAXIMA DENSIDAD SECA | : | 1.58 g/cm <sup>3</sup> |
|         | MODIFICADO "C" | HUMEDAD OPTIMA       | : | 24.8%                  |





### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

#### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**PROYECTO** : RECONSTRUCCIÓN DE PUENTES DE CARRETERAS VECINALES EN ZONAS TROPICALES CON CONDICIONES DE NEVADA Y CAL, CARRETERA SANJA-ALTO BAMBAL, PUNO  
**SOLICITANTE** : Sr. Víctor Víctor Víctor  
**UBICACIÓN** : CARRETERA SANJA-ALTO BAMBAL, PUNO  
**COORDENADA** : 10° 45'00" S 80° 30'00" W  
**PROFUNDIDAD** : 1.00 m  
**MOUESTRA** : CALICATA 00 - MUESTRA PATRON AG CAL + 2% CONTEA DE MALESA  
**FECHA** : 01/01/2021, 4 de Enero de 2021

| MOLDE No                  |                   | I        | II          | III      | IV          | V        |
|---------------------------|-------------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| No DE CAPAS               |                   | 8        | 5           | 5        | 6           | 6        |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA |                   | 12       | 25          | 25       | 25          | 25       |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA |                   | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR | SATURADO |
| Peso Suelo Humedo + Molde | g                 | 12581    | 12212       | 12558    | 12252       | 12678    |
| Peso del Molde            | g                 | 850      | 800         | 800      | 800         | 800      |
| Peso del Suelo Humedo     | g                 | 4548     | 4108        | 4057     | 4251        | 4454     |
| Volumen del Suelo         | cm <sup>3</sup>   | 2323.48  | 2323.48     | 2323.48  | 2323.48     | 2323.48  |
| Densidad del Suelo Humedo | g/cm <sup>3</sup> | 1.957    | 1.765       | 1.746    | 1.829       | 1.916    |
| Peso Suelo Seco + Molde   | g                 | 12581    | 12212       | 12558    | 12252       | 12678    |
| Peso del Molde            | g                 | 850      | 800         | 800      | 800         | 800      |
| Peso del Suelo Seco       | g                 | 4548     | 4108        | 4057     | 4251        | 4454     |
| Volumen del Suelo         | cm <sup>3</sup>   | 2323.48  | 2323.48     | 2323.48  | 2323.48     | 2323.48  |
| Densidad del Suelo Seco   | g/cm <sup>3</sup> | 1.957    | 1.765       | 1.746    | 1.829       | 1.916    |
| Peso Suelo Humedo + Molde | g                 | 12581    | 12212       | 12558    | 12252       | 12678    |
| Peso del Molde            | g                 | 850      | 800         | 800      | 800         | 800      |
| Peso del Suelo Humedo     | g                 | 4548     | 4108        | 4057     | 4251        | 4454     |
| Volumen del Suelo         | cm <sup>3</sup>   | 2323.48  | 2323.48     | 2323.48  | 2323.48     | 2323.48  |
| Densidad del Suelo Humedo | g/cm <sup>3</sup> | 1.957    | 1.765       | 1.746    | 1.829       | 1.916    |
| Peso Suelo Seco + Molde   | g                 | 12581    | 12212       | 12558    | 12252       | 12678    |
| Peso del Molde            | g                 | 850      | 800         | 800      | 800         | 800      |
| Peso del Suelo Seco       | g                 | 4548     | 4108        | 4057     | 4251        | 4454     |
| Volumen del Suelo         | cm <sup>3</sup>   | 2323.48  | 2323.48     | 2323.48  | 2323.48     | 2323.48  |
| Densidad del Suelo Seco   | g/cm <sup>3</sup> | 1.957    | 1.765       | 1.746    | 1.829       | 1.916    |
| Promedio de Humedad       | %                 | 38.8%    | 34.7%       | 38.8%    | 34.8%       | 34.7%    |
| Densidad del Suelo Seco   | g/cm <sup>3</sup> | 1.488    | 1.448       | 1.488    | 1.488       | 1.488    |

#### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora       | Tiempo   | Diel | Expansión (%) | Diel | Expansión (%) |
|------------|------------|----------|------|---------------|------|---------------|
| 28/12/2020 | 12:00 a.m. | 24:00:00 |      | 0.0           |      | 0.0           |
| 28/12/2020 | 12:00 a.m. | 48:00:00 |      | 0.0           |      | 0.0           |
| 28/12/2020 | 12:00 a.m. | 72:00:00 |      | 0.0           |      | 0.0           |
| 28/12/2020 | 12:00 a.m. | 96:00:00 |      | 0.0           |      | 0.0           |

#### PENETRACION

| PENETRACION mm | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No I | MOLDE No II | MOLDE No III |
|----------------|--------|------------|------------|-------------|--------------|
| 0.50           | 0:00   | 0.00       | 1.0        | 1.0         | 1.0          |
| 0.63           | 0:00   | 0.00       | 1.0        | 1.0         | 1.0          |
| 1.25           | 0:00   | 0.00       | 1.0        | 1.0         | 1.0          |
| 1.91           | 0:00   | 0.00       | 1.0        | 1.0         | 1.0          |
| 2.84           | 0:00   | 0.00       | 1.0        | 1.0         | 1.0          |
| 3.61           | 0:00   | 0.00       | 1.0        | 1.0         | 1.0          |
| 4.76           | 0:00   | 0.00       | 1.0        | 1.0         | 1.0          |
| 6.35           | 0:00   | 0.00       | 1.0        | 1.0         | 1.0          |
| 7.62           | 0:00   | 0.00       | 1.0        | 1.0         | 1.0          |
| 9.54           | 0:00   | 0.00       | 1.0        | 1.0         | 1.0          |
| 12.50          | 0:00   | 0.00       | 1.0        | 1.0         | 1.0          |

Ing. Víctor Víctor Víctor  
 TECNICO DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD

Ing. Víctor Víctor Víctor  
 TECNICO DE LABORATORIO  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD



### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

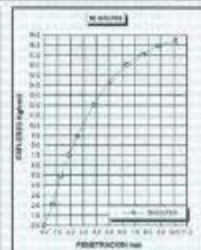
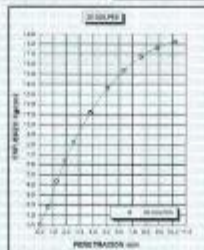
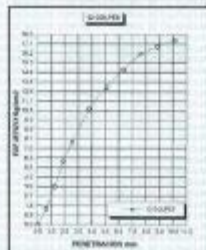
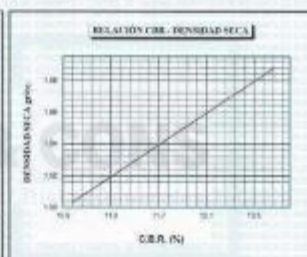
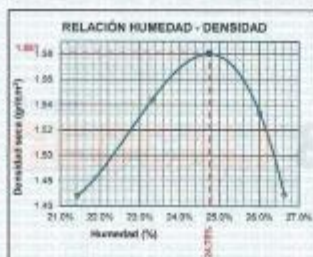
ESTADIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

### ENSAYO DE CBR - GRÁFICO DE PENETRACIÓN MTC E 133-2000

|                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>TESIS</b><br>RECONSTRUCCIÓN DE EMPALMADOS DE CARRETERA VECINIA EL 15<br>ZONAS TROPICALES CON CENizas DE MADERA Y CAL<br>CARRETERA QUINTA AUTO SUMAR, TUNGURAHUA | <b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-01</b><br>MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> ) 1.58<br>HUMEDAD OPTIMA (%) 24.26<br>CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 12.62<br>CBR AL 99% DE M.D.S. (%) 11.05 |
| <b>SOLICITANTE</b><br>Ing. Jhonny Acosta Morales                                                                                                                   | <b>CLASIFICACIÓN</b><br>ML                                                                                                                                                                     |
| <b>MUESTRA</b><br>CALZADO DE MUESTRA PATRON EN CAL + 2% DENSIDAD<br>AREOLADA                                                                                       | <b>AASHTO</b><br>A-5                                                                                                                                                                           |
| <b>UBICACIÓN</b><br>CARRETERA TUNEL LA ALTO ALAMAR, PUNO                                                                                                           | <b>EMBARQUE</b><br>14.04.15                                                                                                                                                                    |
| <b>COORDENADA</b><br>1. EN EL CENTRO DE LA MUESTRA                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                |
| <b>FECHA</b><br>miércoles, 4 de Enero de 2015                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                |



Ing. Jhonny Acosta Morales  
 04/01/2015  
 1. 10/10/15

Ing. Jhonny Acosta Morales  
 04/01/2015  
 1. 10/10/15





| UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ |                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ficha de recolección de datos               |                                                                                                                                           |
| Tesis:                                      | ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024 |
| Tesista:                                    | Bach. EDWIN RONAL CONDORI MAMANI                                                                                                          |
| Asesor:                                     | Dr. EFRAIN PARILLO SOSA                                                                                                                   |

|                        |                                                                                                                                                        |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Título:                | MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZA VOLANTE Y CAL PARA SU USO COMO PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO EN LA CARRETERA DESVIO HUANCANÉ – CHUPA – PUNO |
| Código:                | E-05                                                                                                                                                   |
| Ubicación:             | Cloruro de calcio                                                                                                                                      |
| Agente Estabilizador   | Capote-Lambayeque                                                                                                                                      |
| Tipo de Estabilización | Química tradicional                                                                                                                                    |

| Muestra                                | Limite Liquido (%) | Limite Plástico (%) | Índice de Plasticidad (%) | Contenido Optimo de Humedad (%) | Máxima Densidad Seca (gr/cm3) | CBR 0.1" al 100% |
|----------------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------|
| Sin adición                            | 40.04              | 22.39               | 17.65                     | 18.39                           | 11.5                          | 18.5             |
| Con adición con Cloruro de Calcio (5%) | 48                 | 24                  | 24                        | 19.6                            | 13.6                          | 83.9             |

| Autor                                    | Supervisor |
|------------------------------------------|------------|
| Firma:                                   | Firma:     |
| Nombre: Bach. EDWIN RONAL CONDORI MAMANI | Nombre:    |



TESIS UNA - PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**"MEJORAMIENTO DE SUELO ARCHILLOSO CON CENIZA  
VOLANTE Y CAL PARA SU USO COMO PAVIMENTO A NIVEL  
DE AFIRMADO EN LA CARRETERA DESVIO HUANCANÉ –  
CHUPA – PUNO"**

**TESIS**

**PRESENTADO POR:**

**YUNIOR JOSÉ HUANCOILLO HUMPIRI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**PUNO – PERÚ**

**2017**

Repositorio Institucional UNA-PUNO

No olvide citar esta tesis



## TESIS UNA - PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**



**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZA VOLANTE Y CAL PARA SU USO COMO PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO EN LA CARRETERA DESVIO HUANCANÉ - CHUPA - PUNO"

**SOLICITADO** : Bach. YUNIOR JOSE HUANCOILLO HUMPIRI

**MUESTRA** : SIN ADITIVO

**FECHA** : 9 de OCTUBRE del 2017

### CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216)

**DATOS DE LA MUESTRA:**

**UBICACION :** SIN ADITIVO

| Nro De Tara               | N-10   | PU-4  | PU-4  | PU-5  |
|---------------------------|--------|-------|-------|-------|
| Peso de Tara              | 23.06  | 18.21 | 23.17 | 22.89 |
| Peso de Tara + M. Humeda  | 99.44  | 96.03 | 95.23 | 95.27 |
| Peso de Tara + M. Seca    | 94.73  | 91.57 | 91.05 | 91.06 |
| Peso de Agua              | 4.71   | 4.46  | 4.18  | 4.21  |
| Peso Muestra Seca         | 71.67  | 73.36 | 67.88 | 68.17 |
| Contenido de humedad W%   | 6.6 %  | 6.1 % | 6.2 % | 6.2 % |
| Promedio cont. Humedad W% | 6.25 % |       |       |       |





## TESIS UNA - PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



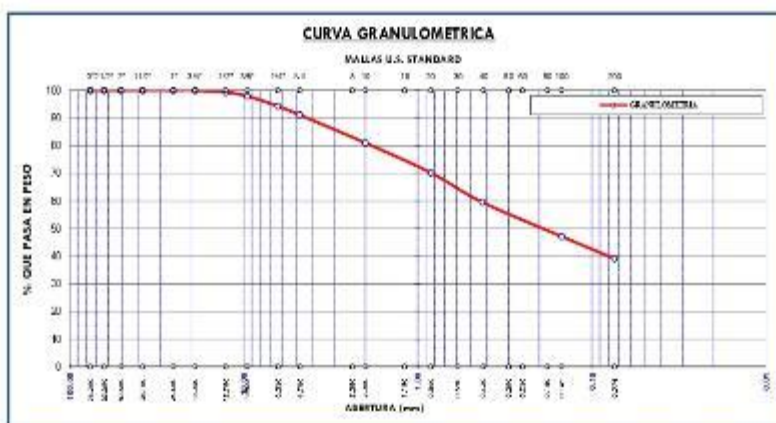
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZA VOLANTE Y CAL PARA SU USO COMO PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO EN LA CARRETERA DESNO HUANCANÉ - CHUPA - PUNO  
SOLICITADO : Bach. YUNIOR JOSE HUANCOCILLO HUMPIRI  
MUESTRA : S/N ACTIVO  
FECHA : 9 de OCTUBRE del 2017

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D421)

DATOS DE LA MUESTRA:

UBICACIÓN : YANAHOCO

| Nº DE MALLAS | ABERT. DE MALL. (mm) | PESO RETENIDO | % RET. PARCIAL | % RET. ACUMUL. | % QUE PASA | ESPECIFICACION | DESCRIPCION DE LA MUESTRA |
|--------------|----------------------|---------------|----------------|----------------|------------|----------------|---------------------------|
| 3"           | 75.200               |               |                | 0.00           | 100.00     |                | Peso inicial : 2346 gr    |
| 2 1/2"       | 63.500               |               | 0.00           | 0.00           | 100.00     |                | CLASIFICACION DEL SUELO   |
| 2"           | 50.800               |               | 0.00           | 0.00           | 100.00     |                | Límite Líquido : 73.7%    |
| 1 1/2"       | 38.100               |               | 0.00           | 0.00           | 100.00     |                | Límite Plástico : 11.3%   |
| 1"           | 25.400               |               | 0.00           | 0.00           | 100.00     |                | Índice Plástico : 12.5%   |
| 3/4"         | 19.050               |               | 0.00           | 0.00           | 100.00     |                | CLASIFICACION DEL SUELO   |
| 1/2"         | 12.500               | 15.66         | 0.67           | 0.67           | 99.33      |                | AASHTO : A-6 (1)          |
| 3/8"         | 9.525                | 34.00         | 1.45           | 2.12           | 97.88      |                | SUCS : SC                 |
| 1/4"         | 6.350                | 84.38         | 3.60           | 5.71           | 94.29      |                | % de Grava : 0.90 %       |
| Nº 4         | 4.750                | 74.79         | 3.19           | 8.90           | 91.10      |                | % de Arena : 52.00 %      |
| Nº 6         | 2.500                |               | 0.00           | 8.90           | 91.10      |                | % Pasa Nº 200 : 39.10 %   |
| Nº 8         | 2.000                | 193.36        | 8.24           | 17.14          | 82.86      |                |                           |
| Nº 10        | 1.600                | 43.44         | 1.85           | 19.00          | 81.00      |                |                           |
| Nº 15        | 1.000                |               | 0.00           | 19.00          | 81.00      |                |                           |
| Nº 20        | 0.840                | 254.35        | 10.84          | 29.84          | 70.16      |                |                           |
| Nº 30        | 0.590                |               | 0.00           | 29.84          | 70.16      |                |                           |
| Nº 40        | 0.425                | 249.20        | 10.62          | 40.46          | 59.54      |                |                           |
| Nº 50        | 0.297                |               | 0.00           | 40.46          | 59.54      |                |                           |
| Nº 60        | 0.250                | 269.84        | 11.50          | 51.96          | 48.04      |                |                           |
| Nº 100       | 0.149                | 21.10         | 0.90           | 52.86          | 47.14      | 2346.00        |                           |
| Nº 200       | 0.075                | 108.62        | 4.63           | 57.49          | 42.51      |                |                           |
| 200          |                      | 917.26        | 39.10          | 100.00         | 0.00       |                | Observaciones :           |





## TESIS UNA - PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano



### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

"MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZA VOLANTE Y CAL PARA SU USO COMO PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO EN LA CARRETERA DESVIO HUANGANO - CIJUPA - PUNO"



PROYECTO :  
SOLICITADO : Bach. YUNIOR JOSE HUANCULLO HUMPERI  
MUESTRA : SIN ADITIVO  
FECHA : 9 de OCTUBRE del 2017

### LIMITES DE CONSISTENCIA (LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)

DATOS DE LA MUESTRA:  
UBICACIÓN :

VANAHOCO

#### LIMITE LIQUIDO

| # Tara            |     | A-11  | A-33  | D-2   | A-7   |
|-------------------|-----|-------|-------|-------|-------|
| Peso de la Tara   | gr. | 17.57 | 19.78 | 19.95 | 21.62 |
| T. + Suelo Húmedo | gr. | 46.28 | 49.69 | 49.45 | 49.75 |
| T. + Suelo Seco   | gr. | 40.15 | 43.69 | 43.84 | 44.90 |
| Peso del Agua     | gr. | 6.1   | 6.0   | 5.6   | 4.8   |
| Suelo Seco        | gr. | 22.6  | 23.9  | 23.9  | 23.3  |
| % de Humedad      |     | 27.1  | 25.1  | 23.5  | 20.8  |
| Nro. De Golpes    |     | 18    | 20    | 20    | 31    |

#### LIMITE PLASTICO

| # Tara            |     | ES-01 | A-14  | ES-2  |  |
|-------------------|-----|-------|-------|-------|--|
| Peso de la Tara   | gr. | 16.7  | 31.9  | 19.49 |  |
| T. + Suelo Húmedo | gr. | 19.6  | 33.9  | 22.51 |  |
| T. + Suelo Seco   | gr. | 19.30 | 33.75 | 22.18 |  |
| Peso del Agua     | gr. | 0.3   | 0.2   | 0.3   |  |
| Suelo Seco        | gr. | 2.7   | 1.9   | 2.7   |  |
| % de Humedad      |     | 12.8  | 9.7   | 12.3  |  |

LIMITE LIQUIDO : L.L. = 23.74 %  
LIMITE PLASTICO : L.P. = 11.3 %  
INDICE DE PLASTICIDAD : I.P. = 12.5 %

#### GRAFICA DE LIMITE LIQUIDO





## TESIS UNA - PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



PROYECTO :

SOLICITADO :

MUESTRA :

FECHA :

"MEJORAMIENTO DE SUELO ARELLOSO CON CENIZA VOLANTE Y CAL PARA SU USO COMO PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO EN LA CARRETERA DESDE HUANGANO - CIUPA - PUNO"

Bach. YUNIOR JOSE HUANCOLLO HUMPERI

S10/CVS/CS

16 de OCTUBRE del 2017

### LIMITES DE CONSISTENCIA (LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO ASTM D 4318)

DATOS DE LA MUESTRA:

CANTERA :

YANAIBO

#### LIMITE LIQUIDO

| # Tara                | A-6   | A-33  | B-2   | A-7   |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso de la Tara gr.   | 15.27 | 10.60 | 16.61 | 19.98 |
| T. + Suelo Húmedo gr. | 39.23 | 30.39 | 35.60 | 33.34 |
| T. + Suelo Seco gr.   | 33.55 | 26.40 | 30.82 | 31.00 |
| Peso del Agua gr.     | 5.7   | 4.0   | 5.8   | 2.3   |
| Suelo Seco gr.        | 18.3  | 15.8  | 23.2  | 11.5  |
| % de Humedad          | 31.1  | 25.3  | 24.9  | 20.3  |
| Nro. De Golpes        | 19    | 24    | 26    | 32    |

#### LIMITE PLASTICO

| # Tara                | PS-01 | A-14  | PS-2  |
|-----------------------|-------|-------|-------|
| Peso de la Tara gr.   | 21.6  | 25.5  | 16.24 |
| T. + Suelo Húmedo gr. | 23.2  | 27.3  | 17.93 |
| T. + Suelo Seco gr.   | 22.95 | 26.95 | 17.64 |
| Peso del Agua gr.     | 0.3   | 0.3   | 0.3   |
| Suelo Seco gr.        | 1.3   | 1.5   | 1.4   |
| % de Humedad          | 22.0  | 20.7  | 20.7  |

LIMITE LIQUIDO

L.L. = 25.36 %

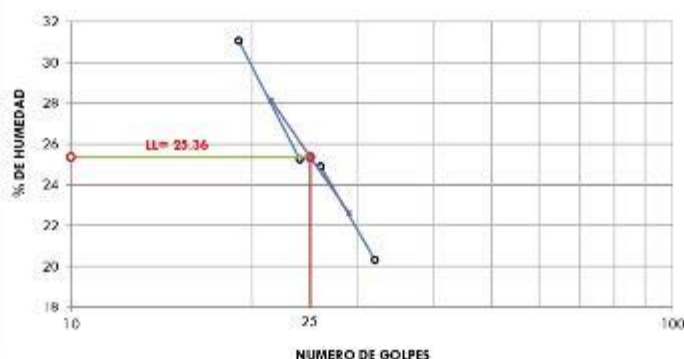
LIMITE PLASTICO

L.P. = 21.1 %

INDICE DE PLASTICIDAD

I.P. = 4.2 %

#### GRAFICA DE LIMITE LIQUIDO







## TESIS UNA - PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



PROYECTO :

SOLICITADO :

MUESTRA :

FECHA :

"MEJORAMIENTO DE SUELO ARELLOSO CON CENIZA VOLANTE Y CAL PARA SU USO COMO PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO EN LA CARRETERA DESVÍO HUANCANE - CHILPA - PUNO"

Bach. YUNIOR JOSE HUANCHELO HUMPERI

SS0/CV15/C5

16 de OCTUBRE del 2017

### LIMITES DE CONSISTENCIA (LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO ASTM D 4318)

DATOS DE LA MUESTRA:

CANTERA :

YANAHUCCO

#### LÍMITE LÍQUIDO

| # Tara                | A-6   | A-33  | B-2   | A-7   |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| Peso de la Tara gr.   | 33.09 | 16.90 | 16.96 | 20.34 |
| T. + Suelo Húmedo gr. | 65.21 | 44.22 | 39.53 | 37.89 |
| T. + Suelo Seco gr.   | 56.94 | 38.31 | 35.12 | 34.63 |
| Peso del Agua gr.     | 8.3   | 5.9   | 4.3   | 3.1   |
| Suelo Seco gr.        | 23.9  | 21.5  | 18.7  | 14.5  |
| % de Humedad          | 34.7  | 27.5  | 23.6  | 21.1  |
| Nro. De Golpes        | 16    | 23    | 28    | 32    |

#### LÍMITE PLÁSTICO

| # Tara                | ES-01 | A-14  | ES-2  |  |
|-----------------------|-------|-------|-------|--|
| Peso de la Tara gr.   | 20.1  | 15.6  | 32.96 |  |
| T. + Suelo Húmedo gr. | 23.0  | 18.2  | 35.41 |  |
| T. + Suelo Seco gr.   | 22.45 | 17.80 | 34.84 |  |
| Peso del Agua gr.     | 0.5   | 0.4   | 0.6   |  |
| Suelo Seco gr.        | 2.3   | 2.2   | 2.3   |  |
| % de Humedad          | 22.3  | 19.2  | 23.9  |  |

LÍMITE LÍQUIDO

L.L. = 26.06 %

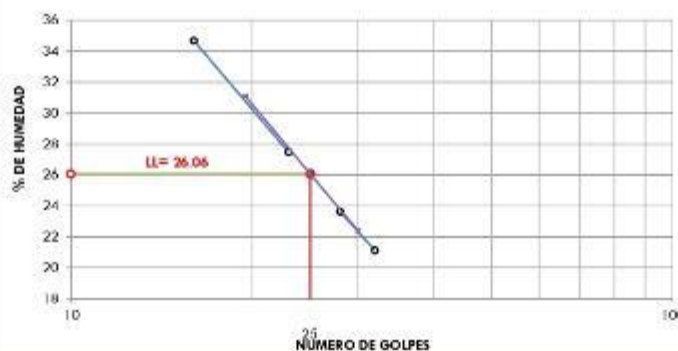
LÍMITE PLÁSTICO

L.P. = 21.8 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

I.P. = 4.2 %

#### GRÁFICA DE LÍMITE LÍQUIDO





## TESIS UNA - PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

\*MEJORAMIENTO DE SUELO ARELLOSO CON CENIZA VOLANTE Y CAL PARA SU USO COMO PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO EN LA CARRETERA DESDE HUANCAÑE - CHILPA - PUNO\*

PROYECTO

SOLICITADO

MUESTRA

FECHA

Ing. YENIOR [DSE HUANCAÑE HUMPERI]

870/G/25/C5

16 de OCTUBRE del 2017

### LIMITES DE CONSISTENCIA (LÍMITE LÍQUIDO - LÍMITE PLÁSTICO ASTM D 4318)

DATOS DE LA MUESTRA:

CANTERA:

YANAHUO

#### LÍMITE LÍQUIDO

| # Tara            |     | A-6   | A-30  | D-2   | A-7   |
|-------------------|-----|-------|-------|-------|-------|
| Peso de la Tara   | gr. | 19.09 | 10.62 | 13.82 | 19.48 |
| T. + Suelo Húmedo | gr. | 43.07 | 34.65 | 35.78 | 33.34 |
| T. + Suelo Seco   | gr. | 36.92 | 29.34 | 31.25 | 30.93 |
| Peso del Agua     | gr. | 6.2   | 5.3   | 4.5   | 2.4   |
| Suelo Seco        | gr. | 17.8  | 18.7  | 17.4  | 11.5  |
| % de Humedad      |     | 34.5  | 28.4  | 26.0  | 21.0  |
| Nro. De Golpes    |     | 17    | 21    | 26    | 32    |

#### LÍMITE PLÁSTICO

| # Tara            |     | ES-01 | A-14  | ES-2  |
|-------------------|-----|-------|-------|-------|
| Peso de la Tara   | gr. | 25.1  | 21.3  | 36.87 |
| T. + Suelo Húmedo | gr. | 28.5  | 24.5  | 39.18 |
| T. + Suelo Seco   | gr. | 27.90 | 23.91 | 38.77 |
| Peso del Agua     | gr. | 0.6   | 0.6   | 0.4   |
| Suelo Seco        | gr. | 2.8   | 2.6   | 1.9   |
| % de Humedad      |     | 21.7  | 23.4  | 21.6  |

LÍMITE LÍQUIDO

L.L. = 26.30 %

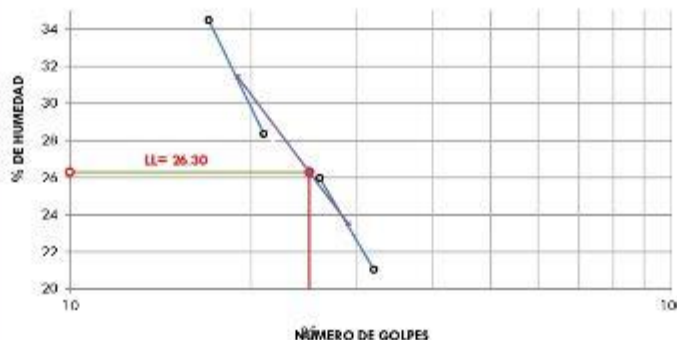
LÍMITE PLÁSTICO

L.P. = 22.2 %

ÍNDICE DE PLASTICIDAD

I.P. = 4.1 %

#### GRÁFICA DE LÍMITE LÍQUIDO





## TESIS UNA - PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZA VOLANTE Y CAL PARA SU  
USO COMO PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO EN LA CARRETERA DESVIO  
HUANCANÉ - CHUPA - PUNO"  
SOLICITADO : HUANCOCILLO HUMPIRI YUNIOR JOSE  
CANTERA : YANAHOCO  
FECHA : 22 DE OCTUBRE DE 2017

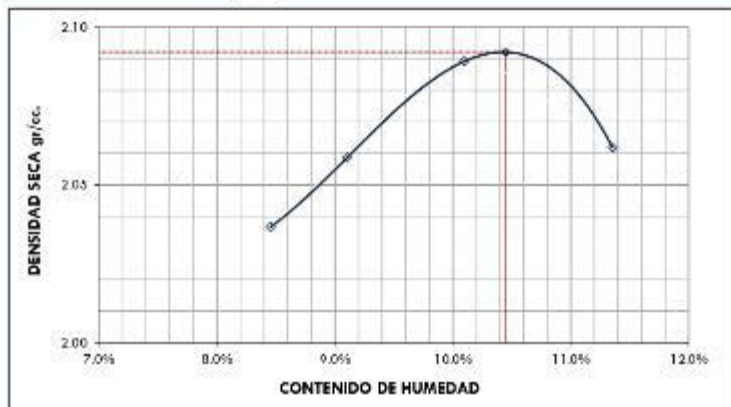
### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NTP 339.141, ASTM D 1557

DATOS DE LA MUESTRA SUELO 100%

| MOLDE No                     |       | 1      | VOLUMEN DEL MOLDE |        |        |        | 943 cc |        |        |
|------------------------------|-------|--------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| No DE CAPAS                  |       | 5      | GOLPES POR CAPA   |        |        |        | 25     |        |        |
| Peso Suelo Humedo + Molde    | gr.   | 6245   | 6280              | 6331   | 6327   |        |        |        |        |
| Peso del Molde               | gr.   | 4162   | 4162              | 4162   | 4162   |        |        |        |        |
| Peso del Suelo Humedo        | gr.   | 2083   | 2118              | 2169   | 2165   |        |        |        |        |
| Densidad del Suelo Humedo    | gr/cc | 2.21   | 2.25              | 2.30   | 2.30   |        |        |        |        |
| N° TARA                      |       | B-30   | B-09              | B-29   | B-2    | T-02   | P-1    | A-11   | PRX-1  |
| Peso de la Tara              | gr.   | 19.52  | 19.52             | 16.87  | 16.87  | 31.92  | 31.92  | 34.17  | 34.17  |
| Peso del Suelo Húmedo + Tara | gr.   | 194.56 | 194.56            | 206.45 | 206.45 | 202.74 | 202.74 | 203.91 | 203.91 |
| Peso del Suelo Seco + Tara   | gr.   | 144.03 | 144.03            | 190.63 | 190.63 | 187.07 | 187.07 | 186.60 | 186.60 |
| Peso del Agua                | gr.   | 10.53  | 10.53             | 15.82  | 15.82  | 15.67  | 15.67  | 17.31  | 17.31  |
| Peso del Suelo Seco          | gr.   | 124.51 | 124.51            | 173.76 | 173.76 | 165.15 | 165.15 | 162.43 | 162.43 |
| Contenido de humedad         | %     | 8.46   | 8.46              | 9.10   | 9.10   | 10.10  | 10.10  | 11.36  | 11.36  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD         |       | 8.46   | 9.10              | 10.10  | 10.10  | 11.36  |        |        |        |
| DENSIDAD SECA DEL SUELO      |       | gr/cc  | 2.037             | 2.059  | 2.089  | 2.062  |        |        |        |

METODO : A

MAXIMA DENSIDAD SECA : 2.092 gr/cc  
HUMEDAD OPTIMA : 10.45 %



OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el solicitante.





## TESIS UNA - PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZA VOLANTE Y CAL PARA SU USO COMO PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO EN LA CARRETERA DESVIO HUANCANÉ - CHUPA - PUNO"  
SOLICITADO : HUANCOILLO HUMPIRI YUNIOR JOSE  
CANTERA : YANAHUCCO  
FECHA : 22 DE OCTUBRE DE 2017

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NTP 339.141, ASTM D 1557

DATOS DE LA MUESTRA : S90/CV5/C5

| MOLDE No                     | 1     | VOLUMEN DEL MOLDE |        |        |        | 943 cc |        |        |        |
|------------------------------|-------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| No DE CAPAS                  | 5     | GOLPES POR CAPA   |        |        |        | 25     |        |        |        |
| Peso Suelo Humedo + Molde    | gr.   | 5955              | 6018   | 6067   | 6085   |        |        |        |        |
| Peso del Molde               | gr.   | 4162              | 4162   | 4162   | 4162   |        |        |        |        |
| Peso del Suelo Humedo        | gr.   | 1793              | 1856   | 1905   | 1923   |        |        |        |        |
| Densidad del Suelo Humedo    | gr/cc | 1.90              | 1.97   | 2.02   | 2.04   |        |        |        |        |
| N° TARA                      |       | B-30              | B-09   | B-29   | B-2    | T-02   | P-1    | A-11   | PRX-1  |
| Peso de la Tara              | gr.   | 17.15             | 17.15  | 29.45  | 29.45  | 13.44  | 13.44  | 21.54  | 21.54  |
| Peso del Suelo Humedo + Tara | gr.   | 141.80            | 141.80 | 154.16 | 154.16 | 116.77 | 116.77 | 124.87 | 124.87 |
| Peso del Suelo Seco + Tara   | gr.   | 134.30            | 134.32 | 144.33 | 144.33 | 106.98 | 106.98 | 113.58 | 113.58 |
| Peso del Agua                | gr.   | 7.50              | 7.28   | 9.83   | 9.83   | 9.79   | 9.79   | 11.29  | 11.29  |
| Peso del Suelo Seco          | gr.   | 117.15            | 117.37 | 114.88 | 114.88 | 93.54  | 93.54  | 92.04  | 92.04  |
| Contenido de humedad         | %     | 6.40              | 6.20   | 8.56   | 8.56   | 10.47  | 10.47  | 12.27  | 12.27  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD         | %     | 5.46              |        | 7.90   |        | 9.96   |        | 11.86  |        |
| DENSIDAD SECA DEL SUELO      | gr/cc | 1.8035            |        | 1.824  |        | 1.857  |        | 1.823  |        |

METODO : A

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.837 gr/cc  
HUMEDAD OPTIMA : 10.12 %





### TESIS UNA - PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



**PROYECTO** : MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZA VOLANTE Y CAL PARA SU USO COMO PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO EN LA CARRETERA DESVIO HUANCANÉ - CHUPA - PUNO\*

**SOLICITADO** : HUANCOILLO HUMPERI YUNIOR JOSE

**CANTERA** : YANAHOCO

**FECHA** : 22 DE OCTUBRE DE 2017

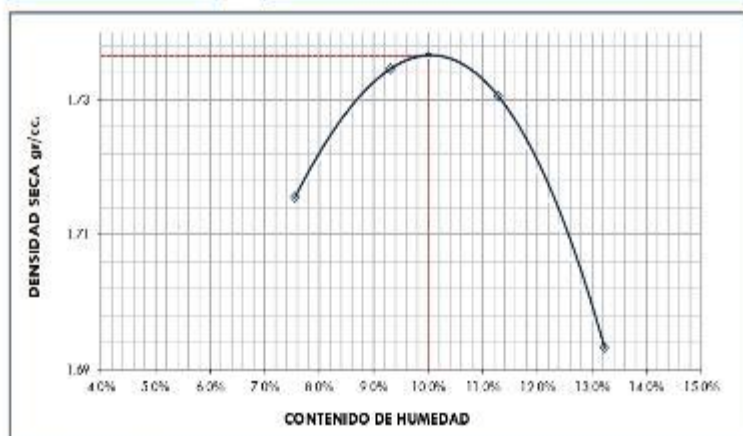
### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NTP 339.141, ASTM D 1557

**DATOS DE LA MUESTRA** : S80/CV15/C5

| MOLDE No                     |       | 1      | VOLUMEN DEL MOLDE |        |        |        | 943 cc |        |        |
|------------------------------|-------|--------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| No DE CAPAS                  |       | 5      | GOLPES POR CAPA   |        |        |        | 25     |        |        |
| Peso Suelo Humedo + Molde    | gr.   | 5902   | 5950              | 5978   | 5970   |        |        |        |        |
| Peso del Molde               | gr.   | 4162   | 4162              | 4162   | 4162   |        |        |        |        |
| Peso del Suelo Humedo        | gr.   | 1740   | 1788              | 1816   | 1808   |        |        |        |        |
| Densidad del Suelo Humedo    | gr/cc | 1.85   | 1.90              | 1.93   | 1.92   |        |        |        |        |
| NR TARA                      |       | B-30   | B-09              | B-29   | B-2    | T-02   | P-1    | A-11   | PRX-1  |
| Peso de la Tara              | gr.   | 14.08  | 14.08             | 33.81  | 33.81  | 33.20  | 33.20  | 43.30  | 43.30  |
| Peso del Suelo Humedo + Tara | gr.   | 103.32 | 103.32            | 181.06 | 181.05 | 199.31 | 199.31 | 209.41 | 209.41 |
| Peso del Suelo Seco + Tara   | gr.   | 97.05  | 97.05             | 160.51 | 160.51 | 182.47 | 182.47 | 190.00 | 190.00 |
| Peso del Agua                | gr.   | 6.27   | 6.27              | 12.54  | 12.54  | 16.84  | 16.84  | 19.41  | 19.41  |
| Peso del Suelo Seco          | gr.   | 82.97  | 82.97             | 134.70 | 134.70 | 149.27 | 149.27 | 146.70 | 146.70 |
| Contenido de Humedad         | %     | 7.56   | 7.56              | 9.31   | 9.31   | 11.28  | 11.28  | 13.23  | 13.23  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD         | %     | 7.56   |                   | 9.31   |        | 11.28  |        | 13.23  |        |
| DENSIDAD SECA DEL SUELO      | gr/cc | 1.716  |                   | 1.735  |        | 1.731  |        | 1.693  |        |

**METODO : A**

**MAXIMA DENSIDAD SECA** : 1.737 gr/cc  
**HUMEDAD OPTIMA** : 10.00 %



OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el solicitante.



## TESIS UNA - PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



**PROYECTO** : MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZA VOLANTE Y CAL PARA SU USO  
COMO PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO EN LA CARRETERA DESVIO HUANCANÉ  
- CIUPA - PUNO"

**SOLICITADO** : HUANCOILLO HUMPIRI YUNIOR JOSE

**CANTERA** : YANAHOCO

**FECHA** : 22 DE OCTUBRE DE 2017

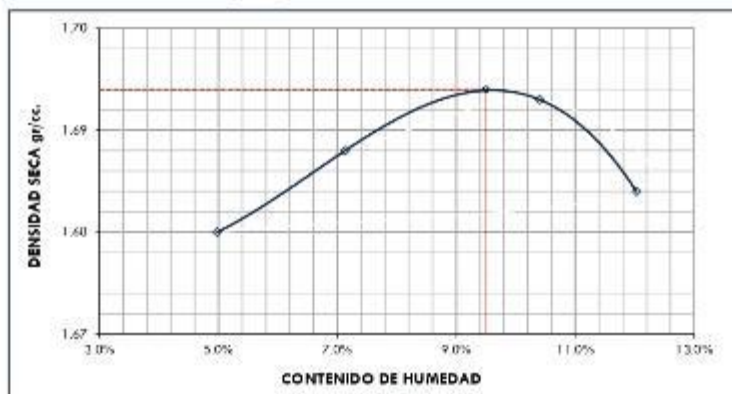
### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO NTP 339.141 , ASTM D 1557

**DATOS DE LA MUESTRA** S70/CV25/C5

| MOLDE No                     | 1     | VOLUMEN DEL MOLDE |         |         |         | 943 cc |        |        |        |
|------------------------------|-------|-------------------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|
| No DE CAPAS                  | 5     | GOLPES POR CAPA   |         |         |         | 25     |        |        |        |
| Peso Suelo Humedo + Molde    | gr.   | 5867.27           | 5924.53 | 5941.04 | 5825.13 |        |        |        |        |
| Peso del Molde               | gr.   | 416.2             | 416.2   | 416.2   | 416.2   |        |        |        |        |
| Peso del Suelo Humedo        | gr.   | 1705.27           | 1767.53 | 1779.04 | 1665.13 |        |        |        |        |
| Densidad del Suelo Humedo    | gr/cc | 1.81              | 1.87    | 1.89    | 1.76    |        |        |        |        |
| Nº TARA                      |       | B-30              | B-09    | B-29    | B-2     | T-02   | P-1    | A-11   | PRX-1  |
| Peso de la Tara              | gr.   | 19.52             | 19.52   | 17.42   | 17.42   | 16.07  | 16.07  | 19.57  | 19.57  |
| Peso del Suelo Humedo + Tara | gr.   | 128.24            | 128.24  | 225.45  | 225.45  | 165.33 | 165.33 | 166.98 | 166.98 |
| Peso del Suelo Seco + Tara   | gr.   | 121.00            | 121.00  | 205.86  | 205.86  | 149.30 | 149.30 | 159.99 | 159.99 |
| Peso del Agua                | gr.   | 7.24              | 7.24    | 19.59   | 19.59   | 16.03  | 16.03  | 6.99   | 6.99   |
| Peso del Suelo Seco          | gr.   | 101.48            | 101.48  | 188.44  | 188.44  | 133.24 | 133.24 | 140.43 | 140.43 |
| Contenido de humedad         | %     | 7.13              | 7.13    | 10.40   | 10.40   | 12.03  | 12.03  | 4.98   | 4.98   |
| CONTENIDO DE HUMEDAD         |       | 7.13              | 7.13    | 10.40   | 10.40   | 12.03  | 12.03  | 4.98   | 4.98   |
| DENSIDAD SECA DEL SUELO      | gr/cc | 1.688             | 1.693   | 1.684   | 1.684   | 1.684  | 1.680  | 1.680  | 1.680  |

METODO : A

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.694 gr/cc  
HUMEDAD OPTIMA : 9.50 %







### TESIS UNA - PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
ASTM D 1883



|                                                                                                                                                                       |         |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZA VOLANTE<br>PROYECTO : Y CAL PARA SU USO COMO PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMAO<br>EN LA CARRETERA DESVO HUANCANE - CHUPA - PUNO | MUESTRA | SUELO 100% |
| SOLICITANTE: HUMACOLLO HUIPARI YUNIC JOSE                                                                                                                             |         |            |
| FECHA : 12/11/2017                                                                                                                                                    |         |            |

|                           |            |          |            |
|---------------------------|------------|----------|------------|
| MOLDE No                  | 1          | 2        | 3          |
| No DE CAPAS               | 5          | 5        | 5          |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 56         | 25       | 12         |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SE SATURAR | SATURADO | SE SATURAR |

|                           |      |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr   | 11581 | 11612 | 11955 | 12093 | 11430 | 11510 |
| Peso del Molde            | gr   | 6715  | 6716  | 7527  | 7528  | 7054  | 7095  |
| Peso del Suelo Humedo     | gr   | 4866  | 4896  | 4427  | 4565  | 4376  | 4415  |
| Volumen del Suelo         | cc   | 2128  | 2128  | 2062  | 2062  | 2128  | 2128  |
| Densidad del Suelo Humedo | g/cc | 2.280 | 2.301 | 2.123 | 2.161 | 2.058 | 2.075 |

|                                |      |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Capítulo No                    | No   | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Suelo Humedo + Capítulo        | gr   | 95.00  | 94.50  | 102.96 | 99.93  | 100.21 | 110.51 |
| Peso del Suelo Seco + Capítulo | gr   | 89.12  | 87.75  | 96.18  | 93.14  | 89.10  | 101.03 |
| Peso del Agua                  | gr   | 5.88   | 6.75   | 6.78   | 6.79   | 11.11  | 9.48   |
| Peso de la Capitulo            | gr   | 4.05   | 13.80  | 15.71  | 13.14  | 13.45  | 10.33  |
| Peso del Suelo Seco            | gr   | 28.01  | 73.45  | 81.21  | 77.64  | 81.15  | 96.70  |
| % de Humedad                   | %    | 10.64% | 10.01% | 8.46%  | 10.02% | 10.30% | 9.27%  |
| Promedio de Humedad            | %    | 10.32% |        | 10.64% |        | 10.27% |        |
| Densidad del Suelo Seco        | g/cc | 2.674  |        | 1.929  |        | 1.848  |        |

#### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora      | Tiempo | Dial  | Expansion | Dial   | Expansion | Dial  | Expansion |
|------------|-----------|--------|-------|-----------|--------|-----------|-------|-----------|
|            |           |        | mm    | %         | mm     | %         | mm    | %         |
| 12/11/2017 | 8:53 p.m. | 0h     | 24.39 | 0         | 0      | 0         | 11.48 | 0         |
| 12/11/2017 | 0:28 p.m. | 12h    | 25.87 | 1.08      | 1.20%  | 7.58      | 1.812 | 1.485     |
| 12/11/2017 | 0:28 p.m. | 60h    | 28.21 | 1.81      | 1.812% | 7.58      | 2.15  | 1.815     |

#### PENETRACIÓN

| Penetración<br>(mm) | Tiempo | Carga Est.<br>(Kg/cm2) | MOLDE No 1 |        |        |         | MOLDE No 2 |       |        |         | MOLDE No 3 |       |        |         |
|---------------------|--------|------------------------|------------|--------|--------|---------|------------|-------|--------|---------|------------|-------|--------|---------|
|                     |        |                        | Dial       | Kp     | kg/cm2 | Correc. | Dial       | Kp    | kg/cm2 | Correc. | Dial       | Kp    | Kg/cm2 | Correc. |
| 0                   | 00:00  |                        | 0.00       | 0.0    | 0.0    |         | 0.0        | 0.0   | 0.00   | 0.00    | 0.0        | 0.00  |        |         |
| 0.63                | 00:30  |                        | 0.23       | 23.6   | 1.8    |         | 0.27       | 27.5  | 1.46   | 0.13    | 13.3       | 0.92  |        |         |
| 1.27                | 01:00  |                        | 0.58       | 58.9   | 5.3    |         | 0.86       | 86.7  | 4.65   | 0.43    | 43.8       | 2.22  |        |         |
| 1.91                | 01:30  |                        | 1.76       | 176.4  | 9.5    |         | 1.32       | 134.5 | 7.14   | 0.62    | 62.0       | 3.33  |        |         |
| 2.54                | 02:00  | 70.31                  | 2.55       | 255.0  | 15.6   |         | 1.62       | 165.1 | 8.76   | 0.86    | 87.7       | 4.63  |        |         |
| 3.81                | 02:30  |                        | 3.63       | 370.0  | 19.6   |         | 2.27       | 231.4 | 12.27  | 1.14    | 115.2      | 6.19  |        |         |
| 6.09                | 04:00  | 105.00                 | 4.27       | 435.27 | 25.1   |         | 2.58       | 253.8 | 16.11  | 1.30    | 136.6      | 7.34  |        |         |
| 6.35                | 06:00  |                        | 4.88       | 497.5  | 29.38  |         | 3.40       | 346.6 | 19.38  | 1.53    | 156.0      | 8.27  |        |         |
| 7.92                | 06:00  |                        | 5.22       | 532.1  | 28.22  |         | 3.90       | 397.5 | 21.93  | 1.99    | 172.3      | 9.14  |        |         |
| 8.89                | 07:00  |                        | 6.11       | 622.8  | 33.93  |         | 4.37       | 445.3 | 23.62  | 1.80    | 181.6      | 10.16 |        |         |
| 10.16               | 08:00  |                        |            |        |        |         |            |       |        |         |            |       |        |         |



### TESIS UNA - PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano

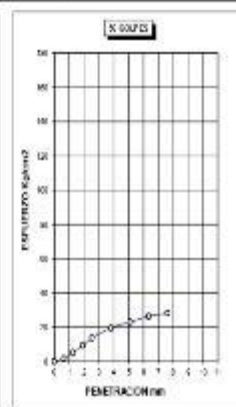
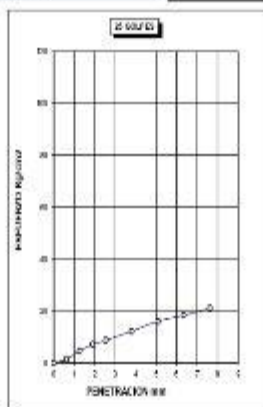
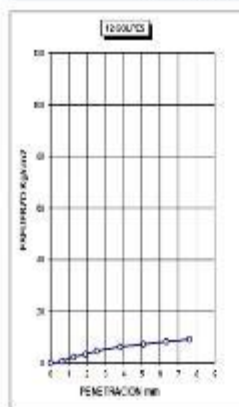
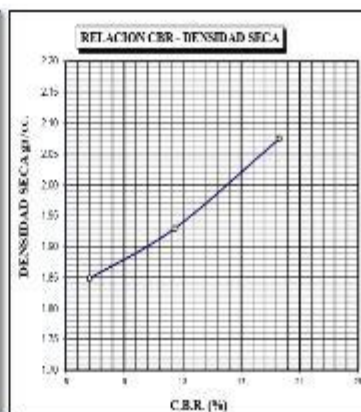
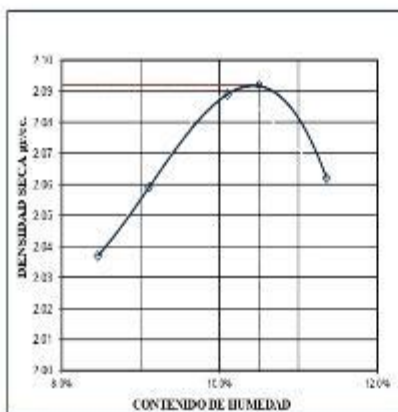


**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
ASTM D 1553



|            |                                                                                                                                                        |                                      |        |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------|
| PROYECTO   | MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZA VOLANTE Y CAL PARA SU USO COMO PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO EN LA CARRETERA DESVIO HUANCANE - CHUPA - PUNO | METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91 | A      |
|            |                                                                                                                                                        | MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc)         | 2.092  |
| SOLICITADO | HUANCOILLO HUMPIRI YUNIOR JOSE                                                                                                                         | HUMEDAD OPTIMA (%)                   | 10.50% |
|            |                                                                                                                                                        | CBR AL 100% DE M.D.S. (%)            | 20%    |
| UBICACIÓN  | CHUPA-HUANCANE-PUNO                                                                                                                                    | CBR AL 95% DE M.D.S. (%)             | 16%    |
| FECHA      | 13 DE NOVIEMBRE DEL 2017                                                                                                                               |                                      |        |
| MUESTRA    | SUELO 100%                                                                                                                                             | EMBEBIDO                             | 4 DIAS |





## TESIS UNA - PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
ASTM D 1883

|                                                                                                                |  |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------|
| MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZA VOLANTE                                                             |  | MUESTRA : S99NCV15/C5 |
| PROYECTO : Y CAL PARA SU USO COMO PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO EN LA CARRETERA DESVIO HUANCANE - CHUPA - PUNO |  | PROFUNDIDAD :         |
| SOLICITANTE: HUANCILLO HUMPHRI YUNOR JOSE                                                                      |  | PROGRESIVA :          |
| LUGAR : CHUPA-HUANCANE-PUNO                                                                                    |  |                       |
| FECHA : 18/11/2017                                                                                             |  |                       |

|                           |               |               |               |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|
| MOLDE No                  | 1             | 2             | 3             |
| No DE CAPAS               | 5             | 5             | 5             |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 50            | 25            | 12            |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SUELO NATURAL | SUELO BASTADO | SUELO BASTADO |

|                           |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr.   | 11549 | 12037 | 11514 | 11615 | 10830 | 10856 |
| Peso del Molde            | gr.   | 7701  | 7795  | 7577  | 7576  | 7094  | 7094  |
| Peso del Suelo Humedo     | gr.   | 4054  | 4277  | 4067  | 4117  | 3736  | 3762  |
| Volumen del Suelo         | cc.   | 2073  | 2073  | 2067  | 2060  | 2128  | 2128  |
| Densidad del Suelo Humedo | g/cc. | 2.019 | 2.112 | 1.963 | 1.998 | 1.756 | 1.768 |

|                               |       |        |       |        |        |        |        |   |   |
|-------------------------------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|---|---|
| Capsula No                    | No.   | 1      | 2     | 3      | 4      | 5      | 6      | 7 | 8 |
| Suelo Humedo + Capsula        | gr.   | 55.06  | 54.51 | 105.84 | 95.12  | 93.25  | 110.31 |   |   |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr.   | 88.12  | 87.25 | 95.06  | 90.78  | 89.00  | 101.08 |   |   |
| Peso del Agua                 | gr.   | 7.47   | 7.26  | 8.76   | 8.34   | 6.83   | 9.28   |   |   |
| Peso de la Capsula            | gr.   | 14.66  | 13.82 | 13.71  | 13.14  | 21.61  | 10.38  |   |   |
| Peso del Suelo Seco           | gr.   | 74.07  | 73.43 | 91.37  | 77.64  | 67.25  | 90.70  |   |   |
| % de Humedad                  | %     | 10.39% | 9.89% | 10.77% | 10.74% | 10.54% | 10.23% |   |   |
| Promedio de Humedad           | %     | 9.98%  |       | 10.75% |        | 10.15% |        |   |   |
| Densidad del Suelo Seco       | g/cc. | 1.836  |       | 1.764  |        | 1.594  |        |   |   |

### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora      | Tiempo | Dial  | Expansion |         | Dial  | Expansion |       | Dial  | Expansion |       |
|------------|-----------|--------|-------|-----------|---------|-------|-----------|-------|-------|-----------|-------|
|            |           |        |       | mm        | %       |       | mm        | %     |       | mm        | %     |
| 19/12/2017 | 8:30 p.m. | 0 h    | 54.29 | 0         | 0       | 10.40 | 0         | 0     | 11.48 | 0         | 0     |
| 21/12/2017 | 5:26 p.m. | 12 h   | 54.38 | 0.03      | 0.06182 | 10.52 | 0.472     | 0.429 | 12.00 | 0.6       | 0.540 |
| 22/12/2017 | 5:26 p.m. | 96 h   | 54.44 | 0.15      | 0.13038 | 10.54 | 0.66      | 0.638 | 12.25 | 0.79      | 0.718 |

### PENETRACIÓN

| Penetración (mm) | Tiempo | Carga Est. (Kg/cm2) | MOLDE No 1 |         |        |         | MOLDE No 2 |        |        |         | MOLDE No 3 |       |        |         |
|------------------|--------|---------------------|------------|---------|--------|---------|------------|--------|--------|---------|------------|-------|--------|---------|
|                  |        |                     | Dial       | Kg      | Kg/cm2 | Correc. | Dial       | Kg     | Kg/cm2 | Correc. | Dial       | Kg    | Kg/cm2 | Correc. |
| 0                | 0.00   |                     | 0.00       | 0.0     | 0.0    |         | 0.0        | 0.0    | 0.00   |         | 0.00       | 0.0   | 0.00   |         |
| 0.63             | 6.63   |                     | 6.83       | 696.2   | 36.5   |         | 4.25       | 435.2  | 22.37  |         | 1.83       | 186.5 | 9.85   |         |
| 1.27             | 10.50  |                     | 10.50      | 1070.3  | 56.8   |         | 7.08       | 721.7  | 38.27  |         | 2.61       | 266.1 | 14.11  |         |
| 1.91             | 12.33  |                     | 12.32      | 1259.5  | 66.8   |         | 9.32       | 950.1  | 50.38  |         | 2.81       | 286.4 | 15.19  |         |
| 2.54             | 12.39  | 70.31               | 12.38      | 1354.9  | 72.4   |         | 10.47      | 1067.3 | 56.50  |         | 2.84       | 289.5 | 15.26  |         |
| 3.81             | 15.16  |                     | 15.16      | 1545.4  | 82.0   |         | 11.72      | 1194.7 | 63.36  |         | 2.82       | 307.8 | 16.33  |         |
| 5.09             | 16.50  | 105.00              | 16.50      | 1681.95 | 89.2   |         | 12.25      | 1248.7 | 66.22  |         | 2.19       | 325.2 | 17.24  |         |
| 6.35             | 18.36  |                     | 18.36      | 1871.6  | 95.25  |         | 12.75      | 1299.7 | 68.52  |         | 2.32       | 339.4 | 17.95  |         |
| 7.62             | 20.05  |                     | 20.06      | 2043.6  | 108.39 |         | 13.11      | 1346.4 | 70.47  |         | 2.51       | 357.8 | 18.97  |         |
| 8.89             | 22.90  |                     | 20.90      | 2130.5  | 112.59 |         | 13.58      | 1426.1 | 75.52  |         | 2.68       | 375.1 | 19.89  |         |
| 10.16            | 08:00  |                     |            |         |        |         |            |        |        |         |            |       |        |         |





## TESIS UNA - PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano

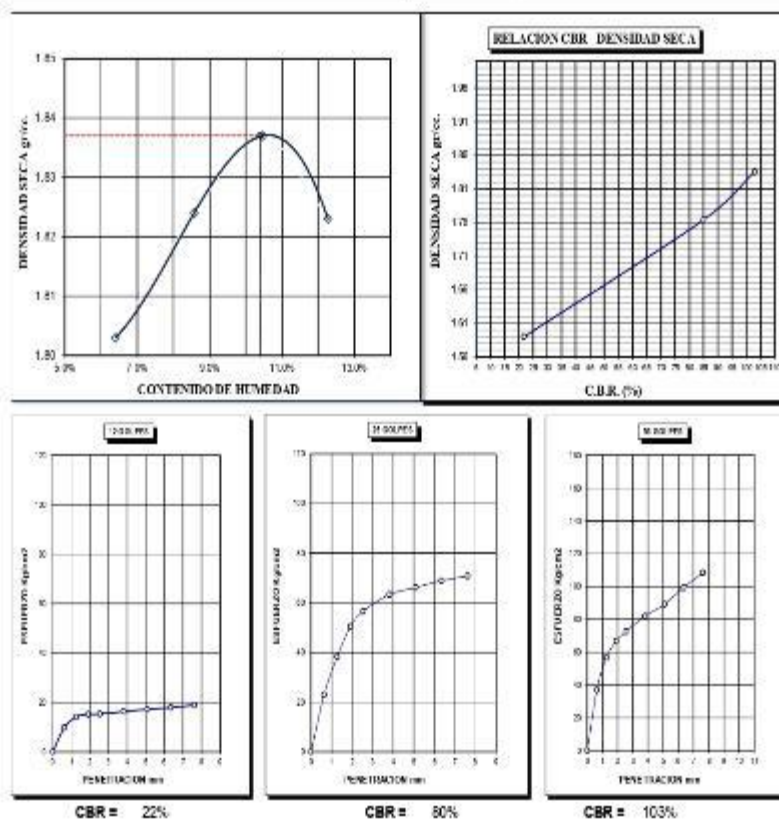


**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
ASTM D 1683



|            |                                                                                                                                                       |                                      |            |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------|
| PROYECTO   | MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZA VOLANTE Y CAL PARA SU USO COMO PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO EN LA CARRETERA DESMO HUANCANE - CHUPA - PUNO | METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91 | A          |
| SOLICITADO | HUANCOLLO HUMPIRI YUNIOR JOSE                                                                                                                         | MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc)         | 1.837      |
| UBICACIÓN  | CHUPA-HUANCANE-PUNO                                                                                                                                   | HUMEDAD OPTIMA (%)                   | 10.40%     |
| FECHA      | 18 DE NOVIEMBRE DEL 2017                                                                                                                              | CBR AL 100% DE M.D.S. (%)            | 103%       |
|            |                                                                                                                                                       | CBR AL 95% DE M.D.S. (%)             | 80%        |
|            |                                                                                                                                                       | MUESTRA                              | S90/CV6/C6 |
|            |                                                                                                                                                       | EMBEBIDO                             | 4 DIAS     |





## TESIS UNA - PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
ASTM D 1883

|               |                                                                                                                                                        |               |             |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------|
| PROYECTO :    | MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZA VOLANTE Y CAL PARA SU USO COMO PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO EN LA CARRETERA DESVIO HUANCANE - CHUPA - PUNO | MUESTRA :     | S80/CV15/C5 |
| SOLICITANTE : | HUANCILLO HUMPIRI YUNIOR JOSE                                                                                                                          | PROFUNDIDAD : |             |
| LUGAR :       | CHUPA-HUANCANE-PUNO                                                                                                                                    | PROGRESIVA :  |             |
| FECHA :       | 18/11/2017                                                                                                                                             |               |             |

|                           |             |          |             |
|---------------------------|-------------|----------|-------------|
| MOLDE No                  | 1           | 2        | 3           |
| No DE CAPAS               | 5           | 5        | 5           |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 55          | 25       | 12          |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR |

|                           |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr    | 11245 | 11380 | 11382 | 11680 | 10672 | 11300 |
| Peso del Molde            | gr    | 7187  | 7187  | 7527  | 7528  | 7084  | 7086  |
| Peso del Suelo Humedo     | gr    | 4058  | 4193  | 3855  | 4152  | 3578  | 4205  |
| Volumen del Suelo         | cc    | 2123  | 2123  | 2062  | 2062  | 2128  | 2128  |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cc | 1.912 | 1.975 | 1.843 | 1.985 | 1.682 | 1.970 |

|                               |       |        |       |        |        |        |        |
|-------------------------------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Capsula No                    | 1     | 2      | 3     | 4      | 5      | 6      |        |
| Suelo Humedo + Capsula        | gr    | 95.59  | 94.51 | 103.89 | 98.12  | 103.51 | 110.31 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr    | 88.12  | 87.25 | 86.08  | 80.78  | 85.10  | 101.03 |
| Peso del Agua                 | gr    | 7.47   | 7.26  | 17.81  | 17.34  | 18.41  | 9.28   |
| Peso de la Capsula            | gr    | 14.05  | 13.82 | 13.71  | 13.14  | 13.45  | 10.33  |
| Peso del Suelo Seco           | gr    | 74.07  | 73.43 | 72.37  | 67.64  | 71.65  | 90.70  |
| % de Humedad                  | %     | 10.08% | 9.88% | 16.74% | 10.48% | 10.38% | 11.23% |
| Promedio de Humedad           | %     | 9.98%  |       | 10.75% |        | 10.27% |        |
| Densidad del Suelo Seco       | gr/cc | 1.730  |       | 1.664  |        | 1.525  |        |

### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora      | Tiempo | Dial  | Expansion |        | Dial | Expansion |       | Dial  | Expansion |       |
|------------|-----------|--------|-------|-----------|--------|------|-----------|-------|-------|-----------|-------|
|            |           |        |       | mm        | %      |      | mm        | %     |       | mm        | %     |
| 18/11/2017 | 8:55 p.m. | 0h     | 24.29 | 0         | 0      | 5.45 | 0         | 0     | 11.42 | 0         | 0     |
| 18/11/2017 | 5:28 p.m. | 24h    | 24.38 | 0.07      | 0.0836 | 5.38 | 0.432     | 0.330 | 11.66 | 0.5       | 0.435 |
| 20/11/2017 | 5:07 p.m. | 96h    | 24.43 | 0.14      | 0.1723 | 5.15 | 0.31      | 0.638 | 12.34 | 0.78      | 0.689 |

### PENETRACIÓN

| Penetración<br>(mm) | Tiempo | Carga Est.<br>(Kg/cm2) | MOLDE No 1 |         |        |       | MOLDE No 2 |        |        |       | MOLDE No 3 |       |        |       |
|---------------------|--------|------------------------|------------|---------|--------|-------|------------|--------|--------|-------|------------|-------|--------|-------|
|                     |        |                        | Dial       | Kg      | Kg/cm2 | Cones | Dial       | Kg     | Kg/cm2 | Cones | Dial       | Kg    | Kg/cm2 | Cones |
| 0                   | 0:30   |                        | 0.00       | 0.0     | 0.0    |       | 0.0        | 0.0    | 0.00   | 0.00  | 0.0        | 0.00  |        |       |
| 0.63                | 0:30   |                        | 5.83       | 575.0   | 30.7   |       | 3.86       | 403.7  | 20.40  |       | 0.80       | 81.5  | 4.32   |       |
| 1.27                | 1:30   |                        | 12.78      | 1302.8  | 69.1   |       | 10.56      | 1076.5 | 54.41  |       | 1.80       | 183.5 | 9.73   |       |
| 1.91                | 1:30   |                        | 15.32      | 1581.7  | 82.6   |       | 12.05      | 1226.3 | 62.09  |       | 2.00       | 204.8 | 10.62  |       |
| 2.54                | 2:30   | 70.31                  | 15.80      | 1630.0  | 84.4   |       | 13.18      | 1341.5 | 67.61  |       | 3.78       | 383.3 | 20.03  |       |
| 3.81                | 3:30   |                        | 14.13      | 1446.2  | 72.6   |       | 14.08      | 1436.3 | 72.56  |       | 4.81       | 505.5 | 26.87  |       |
| 5.09                | 4:30   | 105.00                 | 10.00      | 1026.30 | 102.7  |       | 14.77      | 1505.6 | 78.11  |       | 5.04       | 505.3 | 31.57  |       |
| 6.35                | 5:30   |                        | 21.46      | 2185.5  | 113.06 |       | 15.42      | 1571.9 | 79.46  |       | 6.72       | 685.0 | 35.33  |       |
| 7.62                | 6:30   |                        | 21.44      | 2200.4  | 125.71 |       | 16.02      | 1633.0 | 82.55  |       | 7.29       | 743.1 | 38.41  |       |
| 8.89                | 7:30   |                        | 25.87      | 2637.1  | 133.85 |       | 16.85      | 1718.7 | 86.88  |       | 7.81       | 795.1 | 42.22  |       |
| 10.16               | 8:30   |                        |            |         |        |       |            |        |        |       |            |       |        |       |



## TESIS UNA - PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



ENSAJO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
ASTM D 1883

|               |                                                                                                                                                        |               |             |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------|
| PROYECTO :    | MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZA VOLANTE Y CAL PARA SU USO COMO PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO EN LA CARRETERA DESVIO HUANCANE - CHUPA - PUNO | MUESTRA :     | S80/CV16/C5 |
| SOLICITANTE : | HUANCULLO HUMPIRI YUNIOR JOSE                                                                                                                          | PROFUNDIDAD : |             |
| LUGAR :       | CHUPA-HUANCANE-PUNO                                                                                                                                    | PROGRESIVA :  |             |
| FECHA :       | 18/11/2017                                                                                                                                             |               |             |

|                           |             |          |             |
|---------------------------|-------------|----------|-------------|
| MOLDE No                  | 1           | 2        | 3           |
| No DE CAPAS               | 5           | 5        | 5           |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 16          | 26       | 12          |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SIN SATURAR | SATURADO | SIN SATURAR |

|                           |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gr.   | 11245 | 11380 | 11382 | 11600 | 10672 | 11300 |
| Peso del Molde            | gr.   | 7187  | 7187  | 7527  | 7528  | 7084  | 7086  |
| Peso del Suelo Humedo     | gr.   | 4058  | 4193  | 3855  | 4152  | 3578  | 4206  |
| Volumen del Suelo         | cc    | 2123  | 2123  | 2092  | 2092  | 2126  | 2126  |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cc | 1.912 | 1.975 | 1.843 | 1.985 | 1.682 | 1.976 |

|                               |       |        |       |        |        |        |        |
|-------------------------------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Capsula No                    | No    | 1      | 2     | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Suelo Humedo + Capsula        | gr.   | 88.58  | 84.51 | 103.64 | 98.17  | 103.51 | 110.31 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr.   | 88.12  | 87.23 | 95.28  | 90.78  | 95.10  | 101.53 |
| Peso del Agua                 | gr.   | 7.47   | 7.28  | 8.36   | 7.39   | 8.41   | 9.78   |
| Peso de la Capsula            | gr.   | 14.05  | 13.80 | 13.71  | 13.14  | 13.45  | 15.30  |
| Peso del Suelo Seco           | gr.   | 74.07  | 73.43 | 81.57  | 77.64  | 81.65  | 86.23  |
| % de Humedad                  | %     | 10.88% | 9.89% | 10.17% | 10.45% | 10.28% | 10.23% |
| Promedio de Humedad           | %     | 9.98%  |       | 10.76% |        | 10.27% |        |
| Densidad del Suelo Seco       | gr/cc | 1.730  |       | 1.684  |        | 1.525  |        |

### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora      | Tiempo | Dial  | Expansion |        | Dial | Expansion |       | Dial  | Expansion |       |
|------------|-----------|--------|-------|-----------|--------|------|-----------|-------|-------|-----------|-------|
|            |           |        |       | mm        | %      |      | mm        | %     |       | mm        | %     |
| 18/11/2017 | 8:55 p.m. | 0h     | 24.28 | 0         | 0      | 5.45 | 0         | 0     | 11.45 | 0         | 0     |
| 19/11/2017 | 5:28 p.m. | 24h    | 24.38 | 0.07      | 0.2636 | 5.38 | 0.438     | 0.791 | 11.56 | 0.05      | 0.426 |
| 20/11/2017 | 5:00 p.m. | 96h    | 24.43 | 0.14      | 0.1273 | 6.15 | 0.70      | 0.638 | 12.24 | 0.78      | 0.708 |

### PENETRACIÓN

| Penetración<br>(mm) | Tiempo | Carga Est.<br>(Kg/cm2) | MOLDE No 1 |         |        |         | MOLDE No 2 |        |        |         | MOLDE No 3 |       |        |         |
|---------------------|--------|------------------------|------------|---------|--------|---------|------------|--------|--------|---------|------------|-------|--------|---------|
|                     |        |                        | Dial       | Kg      | Kg/cm2 | Correc. | Dial       | Kg     | Kg/cm2 | Correc. | Dial       | Kg    | Kg/cm2 | Correc. |
| 0                   | 0:00   |                        | 5.90       | 5.0     | 0.0    |         | 0.0        | 0.0    | 0.00   | 0.00    | 5.90       | 5.0   | 0.00   |         |
| 0.63                | 0:30   |                        | 5.63       | 579.0   | 30.7   |         | 3.56       | 400.7  | 20.40  |         | 0.00       | 61.5  | 4.32   |         |
| 1.27                | 1:00   |                        | 12.78      | 1500.8  | 63.1   |         | 10.56      | 1076.5 | 54.11  |         | 1.80       | 189.5 | 9.75   |         |
| 1.91                | 1:30   |                        | 15.32      | 1565.7  | 82.8   |         | 12.09      | 1228.3 | 62.09  |         | 2.06       | 254.5 | 15.62  |         |
| 2.54                | 2:00   | 70.31                  | 15.50      | 1630.0  | 88.4   |         | 13.96      | 1341.5 | 67.81  |         | 3.78       | 389.3 | 19.51  |         |
| 3.81                | 3:00   |                        | 17.13      | 1745.2  | 92.6   |         | 14.09      | 1425.3 | 72.55  |         | 4.97       | 505.6 | 25.87  |         |
| 5.08                | 4:00   | 105.00                 | 19.00      | 1838.40 | 100.7  |         | 14.77      | 1525.8 | 78.11  |         | 5.84       | 555.3 | 31.52  |         |
| 6.35                | 5:00   |                        | 21.45      | 2166.5  | 113.95 |         | 15.42      | 1571.9 | 79.46  |         | 6.72       | 685.0 | 35.33  |         |
| 7.62                | 6:00   |                        | 23.68      | 2289.4  | 124.71 |         | 16.27      | 1633.0 | 82.56  |         | 7.26       | 741.1 | 38.41  |         |
| 8.89                | 7:00   |                        | 25.67      | 2637.1  | 139.69 |         | 16.85      | 1718.7 | 86.88  |         | 7.81       | 795.1 | 42.22  |         |
| 10.16               | 8:00   |                        |            |         |        |         |            |        |        |         |            |       |        |         |





## TESIS UNA - PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano

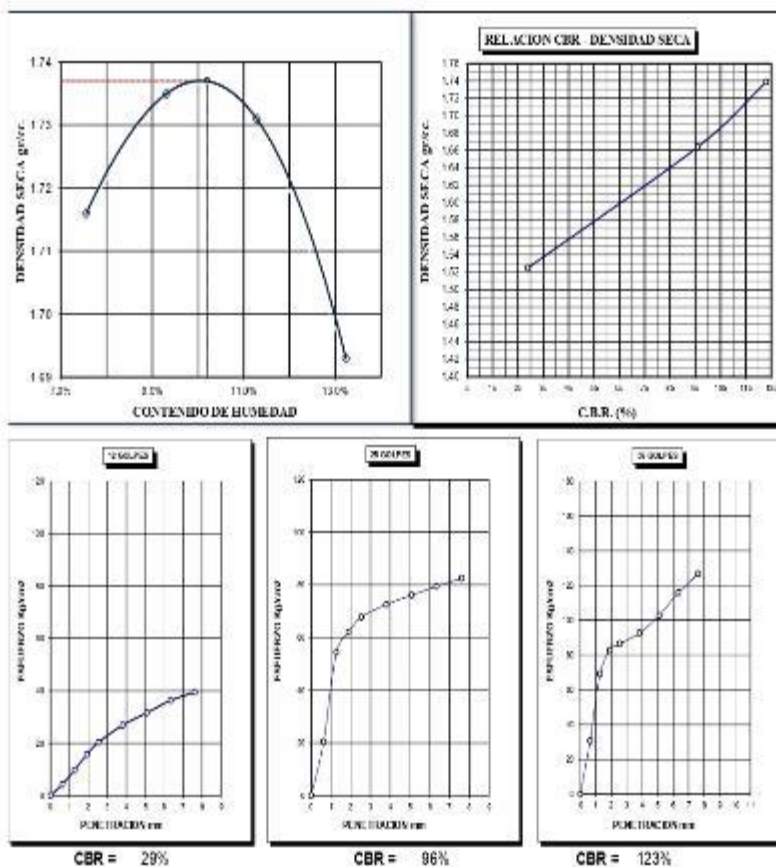


**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
ASTM D 1557

|            |                                                                                                                                                         |                                      |             |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------|
| PROYECTO   | MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO CON GHIWA VOLCANI F Y CAL PARA SU USO COMO PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO EN LA CARRETERA DESVIO HUANCANE - CHUPA - PUNO | METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-41 | A           |
|            |                                                                                                                                                         | MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc.)        | 1.737       |
| SOLICITADO | HUANCOLLO HUMPIRI YUNIOR JOSE                                                                                                                           | HUMEDAD OPTIMA (%)                   | 10.20%      |
|            |                                                                                                                                                         | CBR AL 100% DE M.D.S. (%)            | 123%        |
| UBICACIÓN  | CHUPA-HUANCANE-PUNO                                                                                                                                     | CBR AL 96% DE M.D.S. (%)             | 89%         |
| FECHA      | 18 DE NOVIEMBRE DEL 2017                                                                                                                                | MUESTRA                              | S80/CV15/C5 |
|            |                                                                                                                                                         | EMBEBIDO                             | 4 DIAS      |





## TESIS UNA - PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES



ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
ASTM D 1883

|              |                                                                                                                                                        |           |             |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------|
| PROYECTO :   | MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZA VOLANTE Y CAL PARA SU USO COMO PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO EN LA CARRETERA DESVIO HUANCANE - CHUPA - PUNO | MUESTRA : | S70/CV15/C5 |
| SOLICITANTE: | HUANCOILLO HUMPIRI YUNIOR JOSE                                                                                                                         |           |             |
| LUGAR :      | CHUPA-HUANCANE-PUNO                                                                                                                                    |           |             |
| FECHA :      | 18/11/2017                                                                                                                                             |           |             |

|                           |                      |                      |                      |
|---------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| MOLDE No                  | 1                    | 2                    | 3                    |
| No DE CAPAS               | 5                    | 5                    | 5                    |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 55                   | 25                   | 12                   |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SIN SATURAR SATURADO | SIN SATURAR SATURADO | SIN SATURAR SATURADO |

|                           |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo Humedo + Molde | gt    | 10528 | 10580 | 10372 | 10398 | 10150 | 10175 |
| Peso del Molde            | gt    | 8587  | 8887  | 8870  | 8871  | 8790  | 8791  |
| Peso del Suelo Humedo     | gt    | 3541  | 3800  | 3502  | 3525  | 3360  | 3384  |
| Volumen del Suelo         | cc    | 2120  | 2120  | 2018  | 2018  | 2122  | 2122  |
| Densidad del Suelo Humedo | gr/cc | 1.672 | 1.841 | 1.735 | 1.747 | 1.583 | 1.596 |

|                               |       |       |       |        |        |       |        |
|-------------------------------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|--------|
| Capítulo No                   | No    | 1     | 2     | 3      | 4      | 5     | 6      |
| Suelo Humedo + Capsula        | gt    | 97.45 | 95.07 | 111.00 | 114.73 | 94.06 | 100.01 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gt    | 92.15 | 90.39 | 104.90 | 108.20 | 89.10 | 95.10  |
| Peso del Agua                 | gt    | 5.34  | 4.68  | 6.10   | 6.53   | 4.96  | 4.91   |
| Peso de la Capsula            | gt    | 19.88 | 22.00 | 17.77  | 16.98  | 19.50 | 21.61  |
| Peso del Suelo Seco           | gt    | 78.27 | 68.39 | 87.21  | 91.22  | 69.60 | 73.49  |
| % de Humedad                  | %     | 6.02% | 6.84% | 6.98%  | 7.19%  | 7.13% | 6.60%  |
| Promedio de Humedad           | %     | 6.63% |       | 7.08%  |        | 6.90% |        |
| Densidad del Suelo Seco       | gr/cc | 1.698 |       | 1.621  |        | 1.481 |        |

### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora      | Tiempo | Dial  | Expansion mm | %      | Dial  | Expansion mm | %     | Dial  | Expansion mm | %     |
|------------|-----------|--------|-------|--------------|--------|-------|--------------|-------|-------|--------------|-------|
| 18/11/2017 | 8:15 p.m. | 0 h    | 24.54 | 0            | 0      | 13.80 | 0            | 0     | 11.68 | 0            | 0     |
| 21/11/2017 | 5:26 p.m. | 72 h   | 25.1  | 0.06         | 0.261  | 15.85 | 0.06         | 0.06  | 12.46 | 0.87         | 0.731 |
| 22/11/2017 | 5:00 PM   | 96 h   | 25.35 | 0.85         | 0.7727 | 20.18 | 0.935        | 0.906 | 12.84 | 1.25         | 1.135 |

### PENETRACIÓN

| Penetración<br>mm | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No 1 |         |        |         | MOLDE No 2 |        |        |         | MOLDE No 3 |       |        |         |
|-------------------|--------|------------|------------|---------|--------|---------|------------|--------|--------|---------|------------|-------|--------|---------|
|                   |        |            | Dial       | Kg      | Kg/cm2 | Correc. | Dial       | Kg     | Kg/cm2 | Correc. | Dial       | Kg    | Kg/cm2 | Correc. |
| 0                 | 00:00  |            | 0.00       | 0.0     | 0.0    |         | 0.00       | 0.0    | 0.00   |         | 0.00       | 0.0   | 0.00   |         |
| 0.63              | 00:30  |            | 0.81       | 82.6    | 4.4    |         | 0.75       | 75.5   | 3.85   |         | 0.95       | 95.3  | 2.88   |         |
| 1.27              | 01:00  |            | 2.36       | 261.0   | 13.8   |         | 2.06       | 210.0  | 12.61  |         | 0.93       | 96.8  | 4.90   |         |
| 1.91              | 01:30  |            | 6.30       | 642.0   | 34.1   |         | 5.02       | 603.5  | 30.50  |         | 1.53       | 155.0 | 7.88   |         |
| 2.54              | 02:00  | 70.31      | 10.52      | 1070.5  | 56.8   |         | 8.36       | 964.1  | 48.23  |         | 1.98       | 201.8 | 10.20  |         |
| 3.81              | 03:00  |            | 15.48      | 1578.0  | 83.2   |         | 13.75      | 1421.6 | 70.85  |         | 3.74       | 372.3 | 14.17  |         |
| 5.08              | 04:00  | 105.00     | 18.55      | 1885.01 | 100.5  |         | 16.84      | 1736.6 | 86.77  |         | 3.74       | 392.3 | 16.65  |         |
| 6.35              | 05:00  |            | 20.14      | 2033.0  | 108.47 |         | 17.74      | 1824.4 | 91.45  |         | 3.87       | 385.4 | 19.68  |         |
| 7.62              | 06:00  |            | 21.82      | 2201.8  | 116.26 |         | 18.20      | 1881.4 | 94.04  |         | 4.18       | 421.1 | 21.54  |         |
| 8.89              | 07:00  |            | 23.92      | 2436.3  | 125.30 |         | 20.20      | 2084.7 | 105.63 |         | 4.97       | 508.6 | 25.6   |         |
| 10.16             | 08:00  |            |            |         |        |         |            |        |        |         |            |       |        |         |

## TESIS UNA - PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano

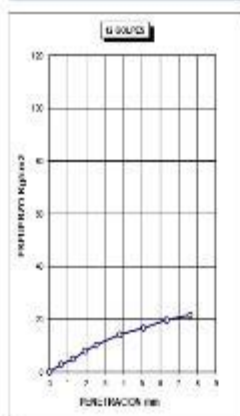
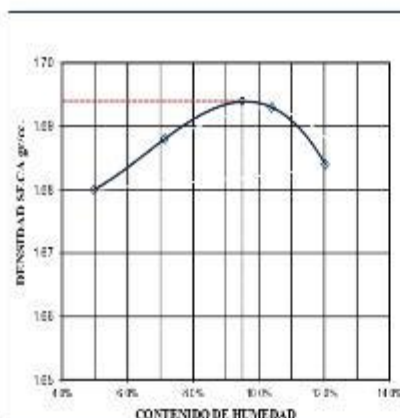


**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

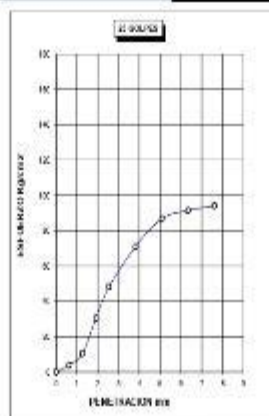
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
ASTM D 1883



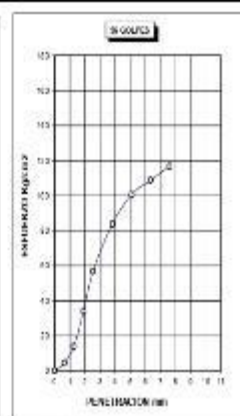
|            |                                                                                                                                                         |                                      |             |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------|
| PROYECTO   | MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZA VOLCANTE Y CAL PARA SU USO COMO PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO EN LA CARRETERA DESVIO HUANCANE - CHUPA - PUNO | METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91 | A           |
|            |                                                                                                                                                         | MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cc.)        | 1.684       |
| SOLICITADO | HUANCOLLO HUMIRI YUNIOR JOSE                                                                                                                            | HUMEDAD OPTIMA (%)                   | 9.50%       |
|            |                                                                                                                                                         | CBR AL 100% DE M.D.S. (%)            | 81%         |
| UBICACIÓN  | CHUPA-HUANCANE-PUNO                                                                                                                                     | CBR AL 95% DE M.D.S. (%)             | 65%         |
| FECHA      | 18 DE NOVIEMBRE DEL 2017.                                                                                                                               | MUESTRA                              | S70/CV25/C5 |
|            |                                                                                                                                                         | ENBEBIDO                             | 4 DIAS      |



CBR = 15%



CBR = 65%



CBR = 81%





| UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ |                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ficha de recolección de datos               |                                                                                                                                           |
| Tesis:                                      | ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024 |
| Tesista:                                    | Bach. EDWIN RONAL CONDORI MAMANI                                                                                                          |
| Asesor:                                     | Dr. EFRAIN PARILLO SOSA                                                                                                                   |

|                        |                                                                                                                                                                              |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Título:                | EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE PAVIMENTOS ESTABILIZADOS CON EMULSIÓN ASFÁLTICA Y CEMENTO PORTLAND PARA EL PROYECTO DE CONSERVACIÓN VIAL PUNO TACNA TRAMO TARATA – CAPAZO –MAZOCRUZ |
| Código:                | E-06                                                                                                                                                                         |
| Ubicación:             | Mazocruz-Tacna                                                                                                                                                               |
| Agente Estabilizador   | Emulsión asfáltica y cemento                                                                                                                                                 |
| Tipo de Estabilización | Química tradicional                                                                                                                                                          |

| Muestra                                  | Limite Líquido (%) | Limite Plástico (%) | Índice de Plasticidad (%) | Contenido Optimo de Humedad (%) | Máxima Densidad Seca (gr/cm3) | CBR 0.1" al 100% |
|------------------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------|
| Sin adición                              | 45                 | 25                  | 20                        | 12                              | 1.75                          | 5                |
| Con adición con emulsión asfáltica (12%) | 40                 | 28                  | 12                        | 8                               | 1.95                          | 25               |

| Autor                                    | Supervisor |
|------------------------------------------|------------|
| Firma:                                   | Firma:     |
| Nombre: Bach. EDWIN RONAL CONDORI MAMANI | Nombre:    |



UNIVERSIDAD  
SAN IGNACIO  
DE LOYOLA

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Carrera de Ingeniería Civil**

**EVALUACIÓN DEL DISEÑO DE PAVIMENTOS  
ESTABILIZADOS CON EMULSIÓN ASFÁLTICA Y  
CEMENTO PORTLAND PARA EL PROYECTO DE  
CONSERVACIÓN VIAL PUNO TACNA TRAMO  
TARATA – CAPAZO – MAZOCRUZ**

**Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil**

**MARIO JOSÉ DE LA TORRE ILLESCA**

**Asesor:**

**MSc. Ing. Guillermo Lazo Lázaro**

**Lima-Perú**

**2018**



| UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ |                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ficha de recolección de datos               |                                                                                                                                           |
| Tesis:                                      | ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024 |
| Tesista:                                    | Bach. EDWIN RONAL CONDORI MAMANI                                                                                                          |
| Asesor:                                     | Dr. EFRAIN PARILLO SOSA                                                                                                                   |

|                        |                                                                                                                                      |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Título:                | Polímero adhesivo natural para mejorar la capacidad de soporte y densidad máxima en subrasante de pavimentos rígidos, Salcedo – Puno |
| Código:                | E-07                                                                                                                                 |
| Ubicación:             | Salcedo-Puno                                                                                                                         |
| Agente Estabilizador   | polímero adhesivo natural                                                                                                            |
| Tipo de Estabilización | Química no tradicional                                                                                                               |

| Muestra                                | Limite Líquido (%) | Limite Plástico (%) | Índice de Plasticidad (%) | Contenido Optimo de Humedad (%) | Máxima Densidad Seca (gr/cm3) | CBR 0.1" al 100% |
|----------------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------|
| Sin adición                            | 32.1               | 21.34               | 10.76                     | 15.24                           | 1.653                         | 5.49             |
| Con adición con polímero Adhesivo (6%) | 28.7               | 20.56               | 8.14                      | 13.95                           | 1.625                         | 7.64             |

| Autor                                    | Supervisor |
|------------------------------------------|------------|
| Firma:                                   | Firma:     |
| Nombre: Bach. EDWIN RONAL CONDORI MAMANI | Nombre:    |





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Polímero adhesivo natural para mejorar la capacidad de soporte y  
densidad máxima en subrasante de pavimentos rígidos, Salcedo –  
Puno

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

**AUTORES:**

PINO PINEDA, Edwin Fredy (ORCID: 0000-0001-5730-4740)

MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson (ORCID: 0000-0001-5786-9565)

**ASESOR:**

Mg. CLEMENTE CONDORI, Luis Jimmy (ORCID: 0000-0002-0250-4363)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2021

## Anexo 5. Resultados de laboratorio

[illegible]



**J&C - LABORATORIOS**  
AV. NARCIS PINTO 129  
CEL. 991 603115 - PUNO - PERÚ

### LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETOS, ACEROS Y PAVIMENTOS

#### INFORME DE ENSAYO

**TESIS** : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO  
**SOLICITA** : BACHILLERES: PINDO PINEDA, Edwin Freddy y MACUERA MAMANI, Hugo Nelson  
**FECHA RECEP.** : 01 DE JUNIO DEL 2021 **REALIZADO POR** : F.J.C.P.  
**FECHA ENSAYO** : 02 DE JUNIO DEL 2021 **ING. RESP. LAB.** : H.R.B.

#### DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

ASTM D 2216 - MTC E-100

| Muestra N°                    |    | C - 1            | M - 1  | E - 2 |  |  |  |  |
|-------------------------------|----|------------------|--------|-------|--|--|--|--|
| Profundidad m.                |    | 00.20 - 01.60 m. |        |       |  |  |  |  |
| Tarro N°                      |    | 03               | 04     |       |  |  |  |  |
| Peso del Tarro                | gr | 24.88            | 23.90  |       |  |  |  |  |
| Peso del tarro + Suelo Húmedo | gr | 284.78           | 259.32 |       |  |  |  |  |
| Peso del tarro + Suelo Seco   | gr | 222.24           | 214.63 |       |  |  |  |  |
| Peso del Agua                 | gr | 42.54            | 44.69  |       |  |  |  |  |
| Peso del suelo seco           | gr | 187.66           | 190.73 |       |  |  |  |  |
| Contenido de Humedad          | %  | 21.52            | 21.58  |       |  |  |  |  |
| Promedio                      |    | 21.43            |        |       |  |  |  |  |

**Observaciones** : La Muestra fue identificada, numerada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

PELPEL CACERES PINEDA  
Ing. Civil



HUGO NELSON MACUERA MAMANI  
Ing. Civil





JIC LABORATORIOS  
AV. SANTA ROSA 1000  
P.O. BOX 10000 - LIMA - PERU

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE MATERIALES  
SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
EXPERIMENTAL - LIMA - PERU

### INFORME DE ENSAYO

TÍTULO : PERÍVISO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE RESISTENCIA Y RESISTENCIA MÁXIMA EN SUPERFICIE DE PAVIMENTOS  
MATERIA : PAVIMENTOS, SUELOS - PUNTO  
AUTOR : VILALBA, RICHARDO, EDUARDO y NAVARRETE, MARCELO  
FECHA DE ELABORACIÓN : 02 DE JUNIO DEL 2021  
FECHA DE APROBACIÓN : 02 DE JUNIO DEL 2021

### ENSAYO DE CONSTANTES FÍSICAS

PROYECTO : OMA 24-520 - RIL INDUSTRIAL - SANCEDON  
CATEGORÍA : C-3, M-1, E-2  
PROFUNDIDAD : 00.00 - 00.50 cm

MUESTRA : Banco Natural + 5% Adición de Polímero  
CANTIDAD : 40 Kg  
PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

#### LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 ASTM D - 4318)

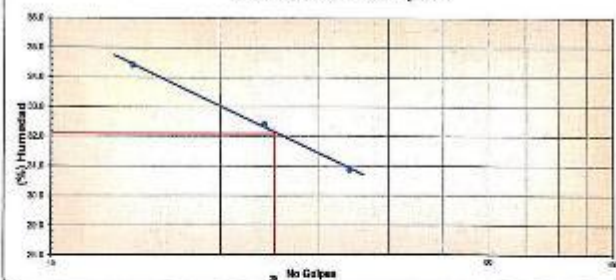
| Muestra No.                          | 01    | 02    | 03    |  |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|--|
| Tubo No.                             | 12    | 15    | 8     |  |
| Peso de la Cusola (g)                | 23.74 | 24.14 | 22.67 |  |
| Peso de la Cusola + Suelo Humedo (g) | 30.54 | 37.38 | 37.04 |  |
| Peso de la Cusola + Suelo Seco (g)   | 33.02 | 34.21 | 33.74 |  |
| Peso del agua (g)                    | 3.02  | 3.07  | 3.83  |  |
| Peso del Suelo Seco (g)              | 5.78  | 5.47  | 11.06 |  |
| Contenido de Humedad (%)             | 30.93 | 32.42 | 34.42 |  |
| Número de Golpes                     | 24    | 24    | 14    |  |

#### LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 ASTM D - 4318)

| Muestra No.                          | 01    | 02    |  | PROMEDIO |
|--------------------------------------|-------|-------|--|----------|
| Peso de la Cusola (g)                | 22.93 | 25.52 |  |          |
| Peso de la Cusola + Suelo Humedo (g) | 27.35 | 31.19 |  |          |
| Peso de la Cusola + Suelo Seco (g)   | 27.28 | 30.17 |  |          |
| Peso del agua (g)                    | 0.87  | 1.01  |  |          |
| Peso del Suelo Seco (g)              | 4.16  | 4.66  |  |          |
| Contenido de Humedad (%)             | 21.06 | 21.72 |  | 21.34    |

L.L. : 32.10 L.P. : 21.34 I.P. : 10.76

### GRÁFICO DE LÍMITE LÍQUIDO



Observaciones : La muestra fue la utilizada, en el momento de la prueba en laboratorio para el Saneamiento

JIC LABORATORIOS

FECHA : 02 DE JUNIO DEL 2021  
LIMA



Gerente General  
RICHARDO VILALBA  
CIP 10000



J&C - LABORATORIOS  
31 MARCA PRINCE  
TEL: 051 941 51113 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS  
OFICINA DE ANALISIS Y AUTOMATICA

### INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO

SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Freddy y MAGUERA MAMANI, Hugo Nelson  
FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021  
FECHA ENSAYO : 03 DE JUNIO DEL 2021  
REALIZADO POR : F.J.C.P.  
ING. RESP. LAB : H.R.B.

### RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO) (ASTM - 1557 MTC E 115)

PROCEDENCIA : F&A 120 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO  
CALICATA N° : C-1, M-1, E-2  
PROFUNDIDAD : 00.20 - 01.00 m.  
MUESTRA : Suelo Natural + 5 % Adición de Polímero  
CANTIDAD : 40 Kg.  
PRESENTACIÓN : Saca de Polietileno

| Método de Compactación | Número de Golpes | Número de Capas |
|------------------------|------------------|-----------------|
| AASHTO T 190 - "C"     | 96               | 5               |

#### CALCULO DE DENSIDAD HUMEDAD

|                              |       |       |       |       |       |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. Peso suelo húmedo + molde | gr    | 9768  | 9938  | 10062 | 10991 |
| 2. Peso del molde            | gr    | 6006  | 6000  | 6000  | 6000  |
| 3. Volumen del molde         | cc    | 2129  | 2129  | 2129  | 2129  |
| 4. Peso suelo húmedo         | gr    | 3762  | 3938  | 4062  | 4991  |
| 5. Densidad suelo húmedo     | gr/cc | 1.779 | 1.859 | 1.908 | 1.867 |

#### CALCULO DE HUMEDAD

|                                    | 4  | 5      | 2      | 29     | 7      | 8      | 21     | 14     |
|------------------------------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 6. Capasula N°                     |    |        |        |        |        |        |        |        |
| 7. Peso del suelo húmedo + capsula | gr | 255.10 | 266.22 | 220.06 | 225.84 | 243.89 | 243.05 | 276.14 |
| 8. Peso del suelo seco + capsula   | gr | 232.16 | 241.84 | 225.62 | 211.36 | 218.23 | 213.21 | 241.06 |
| 9. Peso del agua                   | gr | 22.92  | 24.38  | 24.44  | 24.48  | 25.66  | 29.84  | 35.08  |
| 10. Peso de la capsula             | gr | 23.90  | 24.56  | 22.32  | 24.77  | 23.95  | 24.00  | 24.60  |
| 11. Peso del suelo seco            | gr | 208.26 | 217.29 | 203.30 | 186.59 | 194.28 | 189.21 | 216.46 |
| 12. Contenido de humedad           | %  | 11.00  | 11.32  | 13.30  | 13.12  | 15.55  | 15.56  | 17.18  |
| 13. Promedio de Humedad            | %  |        | 11.51  | 13.23  |        | 15.46  |        | 17.17  |

#### CALCULO DE DENSIDAD SECA

|                             |       |       |       |                |        |
|-----------------------------|-------|-------|-------|----------------|--------|
| 13. Densidad seca del suelo | gr/cc | 1.883 | 1.834 | 1.892          | 1.828  |
| Densidad Máxima             | gr/cc | 1.853 |       | Humedad óptima | 15.24% |



Observaciones : La Muestra fue homogeneizada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

EDUARDO LACAYE PINEDA  
Lab. Civil



Hernán Rojas Ballón  
Ingeniero Civil



J & C - LABORATORIOS  
JL MARQUEZ PISO 120  
TEL: 051 982115 - PUNO - PUNO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS.

### INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO

SOLICITA : BACHILLERES: PINO FREDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson

FECHA RECIBIÓ : 01 DE JUNIO DEL 2021 REALIZADO POR : F.J.C.P.

FECHA ENSAYO : 04 DE JUNIO DEL 2021 ING. RESP. LAB : H.R.B.

### ENSAYO C. B. R. (ASTM D-1883)

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA : KM. D1 520 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO

CALCATA M : C-1, M-1, E-2

PROFUNDIDAD : 0.222 - 01.50 m.

MUESTRA : Suelos Natural + 0 % Adición de Polímero

CANTIDAD : 40 Kg.

PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

| MOLDE                          | N°           | 81       | 82           | 83       |
|--------------------------------|--------------|----------|--------------|----------|
| CAPAS                          | N°           | 85       | 86           | 85       |
| Golpes por Capa                | N°           | 58       | 25           | 12       |
| Condición Muestra              | Opt. Humedad | Saturado | Opt. Humedad | Saturado |
| Peso suelo húmedo + molde gra. | 11872        | 11809    | 11876        | 12009    |
| Peso molde                     | 7851         | 7851     | 8097         | 8288     |
| Peso suelo húmedo              | 4021         | 4158     | 3779         | 3721     |
| Volumen del suelo              | 2120         | 2120     | 2108         | 2112     |
| Densidad húmeda                | 1.90         | 1.95     | 1.79         | 1.69     |
| % de Humedad                   | 15.30        | 17.11    | 15.30        | 15.13    |
| Densidad seca                  | 1.65         | 1.67     | 1.55         | 1.47     |
| Tareo                          | 98           | 09       | 84           | 07       |
| Tareo más suelo húmedo         | 228.63       | 244.09   | 238.81       | 235.37   |
| Tareo más suelo seco           | 201.32       | 211.89   | 213.14       | 201.28   |
| Peso de Agua                   | 27.31        | 32.20    | 25.67        | 34.11    |
| Peso de Tareo                  | 22.77        | 23.05    | 23.90        | 22.67    |
| Peso suelo seco                | 178.55       | 188.24   | 188.24       | 178.59   |
| % de humedad                   | 15.30        | 17.11    | 15.30        | 15.13    |
| Procedido Humedad              | 15.30        | 17.11    | 15.30        | 15.13    |

#### % DE EXPANSIÓN 1.44

| Fecha  | Hora  | Tiempo | Dial | Expansión |      | Dial | Expansión |      | Dial | Expansión |      |
|--------|-------|--------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
|        |       |        |      | mm.       | %    |      | mm.       | %    |      | mm.       | %    |
| 4/6/21 | 09:00 | 0:00   | 0.00 | 0.00      | 0.00 | 0.00 | 0.00      | 0.00 | 0.00 | 0.00      | 0.00 |
| 5/6/21 | 09:00 | 24:00  | 0.87 | 0.87      | 0.59 | 0.98 | 0.98      | 0.77 | 1.58 | 1.08      | 0.85 |
| 6/6/21 | 09:00 | 48:00  | 1.12 | 1.12      | 0.88 | 1.31 | 1.31      | 1.03 | 1.44 | 1.44      | 1.13 |
| 7/6/21 | 09:00 | 72:00  | 1.88 | 1.88      | 1.31 | 1.69 | 1.69      | 1.33 | 1.76 | 1.76      | 1.38 |
| 8/6/21 | 09:00 | 96:00  | 1.71 | 1.71      | 1.35 | 1.84 | 1.84      | 1.45 | 1.94 | 1.94      | 1.53 |

#### PENETRACIÓN

| Penetración |       |        | Carga  | Dial | Carga Correída | CBR     | Dial | Carga Correída | CBR     | Dial | Carga Correída | CBR     |
|-------------|-------|--------|--------|------|----------------|---------|------|----------------|---------|------|----------------|---------|
| mm.         | Pulg. | Tiempo | Puntos |      | Kg             | Kton/m² |      | Kg             | Kton/m² |      | Kg             | Kton/m² |
| 0           | 0     | 0      | 0      | 0    | 0              | 0       | 0    | 0              | 0       | 0    | 0              | 0       |
| 0.63        | 0.025 | 30"    | 4      | 16   | 0.9            | 2       | 9    | 0.5            | 1       | 4    | 0.2            |         |
| 1.27        | 0.050 | 1'     | 8      | 35   | 1.8            | 4       | 18   | 0.9            | 2       | 9    | 0.5            |         |
| 1.90        | 0.075 | 1.30"  | 12     | 52   | 2.7            | 7       | 31   | 1.8            | 3       | 13   | 0.7            |         |
| 2.54        | 0.100 | 2'     | 70     | 16   | 70             | 3.8     | 10   | 44             | 2.3     | 4    | 10             | 0.9     |
| 3.17        | 0.125 | 3'     | 19     | 83   | 4.3            | 12      | 32   | 2.7            | 8       | 26   | 1.4            |         |
| 3.81        | 0.150 | 4'     | 106    | 24   | 105            | 5.4     | 15   | 66             | 3.4     | 8    | 35             | 1.8     |
| 5.08        | 0.200 | 5'     | 26     | 122  | 6.3            | 17      | 74   | 3.8            | 10      | 44   | 2.3            |         |
| 7.62        | 0.300 | 6'     | 133    | 31   | 135            | 7.0     | 20   | 87             | 4.5     | 13   | 57             | 2.9     |
| 10.16       | 0.400 | 7'     | 34     | 149  | 7.7            | 22      | 98   | 5.0            | 15      | 66   | 3.4            |         |
| 12.70       | 0.500 | 8'     | 181    | 37   | 182            | 8.4     | 25   | 109            | 5.7     | 17   | 74             | 3.8     |

ANILLO : CAPACIDAD 45 kn SOBRECARGA 4547 g. CONSTANTE 19.33

Observaciones : La Muestra fue identificada, mezclada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J & C LABORATORIOS

ROBERTO A. C. P. MESA

ING. SUELOS



Hugo Nelson Maquera Mamani

ING. SUELOS

CON FIRMAS





J.S.C. - LABORATORIOS  
AV. MANUEL PRADO 192  
TEL: 021 05102115 - FAX: 021 05102115

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
SERVICIO TECNOLÓGICO DE ELABORACIÓN, ANÁLISIS Y MANEJO

## GRAFICO C.B.R.

### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

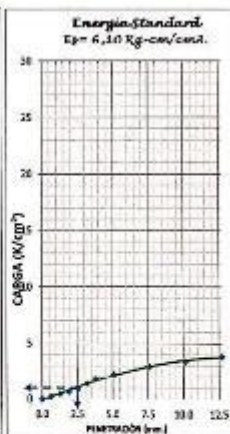
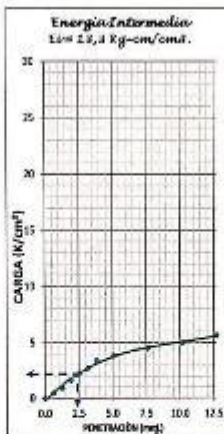
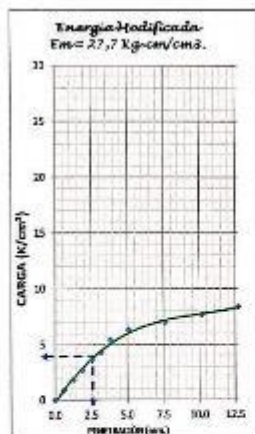
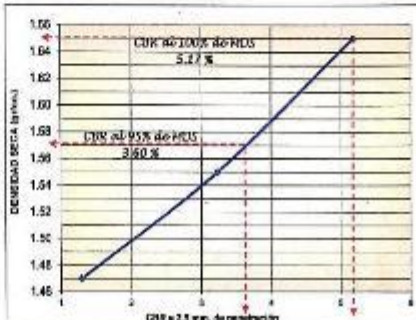
|             |                                          |              |                                            |
|-------------|------------------------------------------|--------------|--------------------------------------------|
| PROCESADORA | : NIV. D-520 - AV. INDUSTRIAL - CALLEDAS | MUESTRA      | : Suelos Natural + 0 % Adición de Polímero |
| CAUSANTE    | : C-1, M-1, E-2                          | CANTIDAD     | : 40 Kg.                                   |
| PREPARADOR  | : 2022 - 0150 m.                         | PRESENTACIÓN | : Saco de Polietileno                      |

### VALORES M.D.S., O.G.H. Y C.B.R.

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA        | 1.853 g/cc |
| CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA | 15.24 %    |
| CBR AL 5% DE SU MDS         | 3.60 %     |
| CBR AL 100 % DE SU MDS      | 6.17 %     |

### CLASIFICACION

|                      |        |
|----------------------|--------|
| AASHTO (ASTM D-3282) | A-6(4) |
| UCS (ASTM D-2467)    | CL     |



Observaciones : La Muestra fue identificada, manipulada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

JSC LABORATORIOS  
TEL: 021 05102115  
FAX: 021 05102115

Norman Ayala Bello  
Ingeniero Civil  
17/11/2022



JAC - LABORATORIOS  
AL MONTE 1900 01-10  
1007 DEL MONTE 19 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
GENERAL DE MATERIALES DE CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

### INFORME DE ENSAYO

TITULO : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUPERFICIE DE ENRIQUECIMIENTO  
RÍOS, SALCEDO - PUNO  
SOLICITA : BACHILLERES: PIMO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUITA MAMANI, Hugo Nelson  
FECHA RECIBIÓ : 01 DE JUNIO DEL 2013  
FECHA ENTREGA : 01 DE JUNIO DEL 2013

PALESIÓN POR : FUCH  
MOL. RESP. LMS : A.B.

### ENSAYO DE CONSTANTES FISICAS

PROVENIENCIA : RM. 04 510 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO  
CALIDAD : C-1, M-1, T-2  
PROCESAMIENTO : 00-20 - 01-50-00

MATERIA : Suelos Natural + 2 % Aditivo de Polímeros  
CANTIDAD : 40 Kg.  
PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

#### LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 510 ASTM D - 4318)

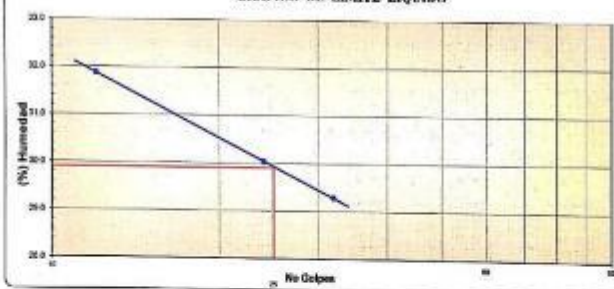
| Prueba No.                           | 01    | 02    | 03    |  |  |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|--|--|
| Tam. No.                             | 12    | 4     | 7     |  |  |
| Peso de la Capcusa (gr)              | 23.74 | 23.90 | 23.05 |  |  |
| Peso de la Capcusa+Suelo Humedo (gr) | 35.35 | 35.59 | 37.28 |  |  |
| Peso de la Capcusa+Suelo Seco (gr)   | 32.72 | 32.99 | 33.64 |  |  |
| Peso del agua (gr)                   | 2.63  | 2.70  | 3.44  |  |  |
| Peso del Suelo Seco (gr)             | 8.98  | 8.99  | 10.79 |  |  |
| Contenido de Humedad (%)             | 29.29 | 30.33 | 31.80 |  |  |
| Número de Golpes                     | 32    | 24    | 12    |  |  |

#### LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 ASTM D - 4318)

| Prueba No.                           | 01    | 02    |  |  | PROMEDIO |
|--------------------------------------|-------|-------|--|--|----------|
| Peso de la Capcusa (gr)              | 27.52 | 24.80 |  |  |          |
| Peso de la Capcusa+Suelo Humedo (gr) | 37.58 | 29.80 |  |  |          |
| Peso de la Capcusa+Suelo Seco (gr)   | 27.13 | 28.96 |  |  |          |
| Peso del Agua (gr)                   | 0.85  | 0.04  |  |  |          |
| Peso del Suelo Seco (gr)             | 4.21  | 4.15  |  |  |          |
| Contenido de Humedad (%)             | 20.19 | 23.19 |  |  | 20.19    |

L.L. : 29.90 L.P. : 20.19 I.P. : 9.71

#### GRÁFICO DE LÍMITE LÍQUIDO



Observaciones : La Alameda fue identificada, numerada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Colaborador

JAC LABORATORIOS

EDWIN FREDY PIMO PINEDA

AL. SALCEDO



HUGO NELSON MAQUITA MAMANI

AL. SALCEDO





**JSC - LABORATORIOS**  
34 MANUEL POMA Nº 125  
TEL: 051 80 80016 - PUNO - PERÚ

**LABORATORIO DE ENLAYO DE MATERIALES**  
SERVIDOR DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO, ASFALTO Y ENLAYOS

### INFORME DE ENSAYO

**TESS:** POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBGRANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SANCEDON - PUNO

**SOLICITA:** BACHILLERES: PNO FREIDA, Ederle Freidy y NAQUERA MAMAR, Hugo Nelson

**FECHA RECEP:** 01 DE JUNIO DEL 2021 **REALIZADO POR:** F. J. C. P.

**FECHA ENSAYO:** 03 DE JUNIO DEL 2021 **NO. RESP. LAB:** 115/0

#### RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO) (ASTM - 1557 MTC E 115)

**PROCEDENCIA:** KM 14.720 - AV. INDUSTRIAL - SANCEDON **MUESTRA:** Suelta Natural + 2 % Adición de Polímero

**CAJALISTA N°:** C - 1 - M - 1 - E - 2 **CANTIDAD:** 40 Kg

**PROFUNDIDAD:** 00.20 - 01.50 m **PRESENTACIÓN:** Saca de Poliestireno

| Método de Compactación | Número de Golpes | Número de Capas |
|------------------------|------------------|-----------------|
| ASBITO T 180 - "C"     | 56               | 5               |

#### CÁLCULO DE DENSIDAD HUMEDAD

|                              | 1     | 2     | 3     | 4     |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 1. Peso suelo húmedo + molde | 9731  | 3058  | 5988  | 10021 |
| 2. Peso del molde            | 6000  | 6000  | 6000  | 6000  |
| 3. Volumen del molde         | 2129  | 2129  | 2129  | 2129  |
| 4. Peso suelo húmedo         | 3731  | 3058  | 3988  | 4021  |
| 5. Densidad suelo húmedo     | 1.753 | 1.432 | 1.873 | 1.889 |

#### CÁLCULO DE HUMEDAD

|                                    | 14     | 12     | 14     | 19     | 21     | 43     | 13     | 19     |
|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 6. Capasula MP                     |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 7. Peso del suelo húmedo + capsula | 238.12 | 263.85 | 244.08 | 287.34 | 285.71 | 287.33 | 284.34 | 304.21 |
| 8. Peso del suelo seco + capsula   | 215.80 | 241.13 | 219.69 | 241.11 | 243.88 | 238.65 | 247.80 | 255.90 |
| 9. Peso del agua                   | 19.54  | 22.32  | 24.37  | 28.13  | 35.83  | 30.28  | 36.16  | 38.28  |
| 10. Peso de la capsula             | 23.06  | 22.92  | 23.98  | 24.85  | 24.90  | 24.91  | 24.72  | 24.85  |
| 11. Peso del suelo seco            | 182.90 | 218.19 | 196.61 | 216.26 | 218.98 | 213.54 | 223.18 | 241.10 |
| 12. Contenido de humedad           | 8.58   | 10.34  | 12.40  | 12.68  | 14.34  | 14.28  | 16.20  | 15.87  |
| 12. Promedio de Humedad            | 10.16  |        |        |        |        |        |        |        |

#### CÁLCULO DE DENSIDAD SECA

|                             | 1     | 2     | 3     | 4     |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 13. Densidad seca del suelo | 1.578 | 1.615 | 1.828 | 1.828 |

|                        |              |                       |               |
|------------------------|--------------|-----------------------|---------------|
| <b>Densidad Máxima</b> | <b>1.639</b> | <b>Humedad óptima</b> | <b>14.68%</b> |
|------------------------|--------------|-----------------------|---------------|



**CURVA DENSIDAD SECA - HUMEDAD**

El gráfico muestra la relación entre la densidad seca (eje Y, en g/cm³) y el promedio de contenido de humedad (eje X, en %). La curva comienza en un punto a 10% de humedad y 1.578 g/cm³, sube hasta un pico de 1.639 g/cm³ a 14.68% de humedad, y luego desciende.

**Observaciones:** La muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y sujeta en laboratorio por el Solicitante



Fajre Castro Arce  
Ing. Civil



Harrison Rios Padilla  
Ingeniero Civil





**J & C - LABORATORIOS**  
JL MANUEL PINO Nº 126  
TEL: 020 40 60215 - PUÑO - PERÚ

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
SERVIDIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
ENSAJES, ASFALTOS Y PAVIMENTOS

### INFORME DE ENSAYO

|                |                                                                                                                                       |                 |          |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|
| TESIS :        | POLÍMERO ADHESIVO NATURAL, PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUÑO |                 |          |
| SOLICITA :     | BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Freddy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson                                                                  |                 |          |
| FECHA RECEP. : | 01 DE JUNIO DEL 2021                                                                                                                  | REALIZADO POR : | F.J.C.P. |
| FECHA ENSAYO : | 04 DE JUNIO DEL 2021                                                                                                                  | ING. RESP.LAB : | H.Q.B.   |

### ENSAYO C. B. R. (ASTM D - 1883)

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

|               |                                      |                |                                          |
|---------------|--------------------------------------|----------------|------------------------------------------|
| PROCESINGRA : | KM. 6+526 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO | MUESTRA :      | Suelos Natural + 2 % Adición de Polímero |
| CALCATA Nº :  | C - 1, M - 1, E - 2                  | CANTIDAD :     | 40 Kg.                                   |
| PROFUNDIDAD : | 00.20 - 01.50 m.                     | PRESENTACIÓN : | Saco de Polietileno                      |

| MOLDE                          | Nº | 04            | 05       |               | 06       |               |          |
|--------------------------------|----|---------------|----------|---------------|----------|---------------|----------|
| CAPAS                          | Nº | 05            | 05       |               | 05       |               |          |
| Golpes por Capa                | Nº | 25            | 25       |               | 12       |               |          |
| Condición Muestra              |    | Opti. Humedad | Saturado | Opti. Humedad | Saturado | Opti. Humedad | Saturado |
| Peso suelo húmedo + molde grs. |    | 12194         | 12202    | 12291         | 12429    | 14212         | 14432    |
| Peso molde grs.                |    | 8225          | 8225     | 8526          | 8526     | 10991         | 13661    |
| Peso suelo húmedo grs.         |    | 3969          | 4007     | 3765          | 3903     | 3551          | 3741     |
| Volumen del suelo c.c.         |    | 2106          | 2106     | 2116          | 2116     | 2123          | 2123     |
| Densidad húmeda gr/cc          |    | 1.89          | 1.89     | 1.78          | 1.84     | 1.67          | 1.76     |
| % de Humedad %                 |    | 14.63         | 16.30    | 14.72         | 17.70    | 14.59         | 19.78    |
| Densidad seca gr/cc            |    | 1.64          | 1.65     | 1.55          | 1.57     | 1.46          | 1.47     |
| Tam                            | Nº | 06            | 16       | 11            | 20       | 28            | 60       |
| Tam más suelo húmedo grs.      |    | 228.62        | 242.09   | 224.89        | 248.62   | 235.12        | 252.32   |
| Tam más suelo seco grs.        |    | 202.35        | 211.62   | 196.96        | 214.63   | 208.05        | 214.47   |
| Peso de Agua grs.              |    | 26.27         | 30.47    | 27.92         | 33.99    | 27.07         | 37.85    |
| Peso de tam grs.               |    | 22.77         | 24.74    | 22.85         | 22.50    | 22.67         | 22.89    |
| Peso suelo seco grs.           |    | 179.00        | 180.88   | 176.13        | 192.07   | 185.28        | 191.58   |
| % de humedad %                 |    | 14.63         | 16.30    | 14.72         | 17.70    | 14.59         | 19.78    |
| Procedo Humedad %              |    | 14.63         | 16.30    | 14.72         | 17.70    | 14.59         | 19.78    |

#### % DE EXPANSIÓN

| Fecha  | Hora  | Tiempo | Dial | Expansión |      | Dial | Expansión |      | Dial | Expansión |      |
|--------|-------|--------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
|        |       |        |      | mm.       | %    |      | mm.       | %    |      | mm.       | %    |
| 4/6/21 | 11:00 | 0:00   | 0.00 | 0.00      | 0.00 | 0.00 | 0.00      | 0.00 | 0.00 | 0.00      | 0.00 |
| 5/6/21 | 11:00 | 24:00  | 0.49 | 0.49      | 0.39 | 0.71 | 0.56      | 0.96 | 0.90 | 0.71      | 0.71 |
| 5/6/21 | 11:00 | 48:00  | 0.69 | 0.69      | 0.52 | 0.95 | 0.67      | 1.22 | 1.22 | 0.96      | 0.96 |
| 7/6/21 | 11:00 | 72:00  | 1.35 | 1.35      | 1.00 | 1.48 | 1.17      | 1.80 | 1.80 | 1.28      | 1.28 |
| 8/6/21 | 11:00 | 96:00  | 1.50 | 1.50      | 1.18 | 1.58 | 1.24      | 1.66 | 1.66 | 1.32      | 1.32 |

#### PENETRACIÓN

| Penetración |       |        | Carga | Dial      | Carga Correída |       | CBR | Dial   | Carga Correída |       | CBR | Dial      | Carga Correída |       | CBR |
|-------------|-------|--------|-------|-----------|----------------|-------|-----|--------|----------------|-------|-----|-----------|----------------|-------|-----|
| mm.         | Pulg. | Timepo |       |           | Kg             | K/cm² |     |        | Kg             | K/cm² |     |           | Kg             | K/cm² |     |
| 0           | 0     | 0      |       | 0         | 0              | 0     |     | 0      | 0              | 0     |     | 0         | 0              | 0     |     |
| 0.53        | 0.025 | 30"    |       | 5         | 22             | 1.1   |     | 3      | 13             | 0.7   |     | 1         | 4              | 0.2   |     |
| 1.27        | 0.060 | 1'     |       | 10        | 44             | 2.3   |     | 7      | 31             | 1.6   |     | 3         | 13             | 0.7   |     |
| 1.90        | 0.075 | 1'30"  |       | 14        | 61             | 3.2   |     | 10     | 44             | 2.3   |     | 5         | 22             | 1.1   |     |
| 2.54        | 0.100 | 2'     | 70    | 22        | 96             | 5.0   | 7.1 | 15     | 66             | 3.4   | 4.8 | 8         | 35             | 1.8   | 2.6 |
| 3.17        | 0.125 | 3'     |       | 28        | 114            | 5.9   |     | 17     | 74             | 3.8   |     | 11        | 48             | 2.5   |     |
| 3.81        | 0.150 | 4'     | 105   | 29        | 127            | 6.5   |     | 20     | 87             | 4.5   |     | 14        | 61             | 3.2   |     |
| 5.08        | 0.200 | 5'     |       | 33        | 144            | 7.5   |     | 22     | 96             | 5.0   |     | 17        | 74             | 3.8   |     |
| 7.62        | 0.300 | 6'     | 133   | 37        | 162            | 8.4   |     | 25     | 109            | 5.7   |     | 19        | 83             | 4.3   |     |
| 10.16       | 0.400 | 7'     |       | 40        | 175            | 9.0   |     | 27     | 119            | 6.1   |     | 21        | 92             | 4.7   |     |
| 12.70       | 0.500 | 8'     | 181   | 44        | 192            | 9.9   |     | 31     | 135            | 7.0   |     | 23        | 101            | 5.2   |     |
| ANILLO      |       |        |       | CAPACIDAD | 45 kn          |       |     | SOLERA | 4547 p.        |       |     | CONSTANTE |                | 19.30 |     |

|        |           |       |            |        |           |       |
|--------|-----------|-------|------------|--------|-----------|-------|
| ANILLO | CAPACIDAD | 45 kn | SOBRECARGA | 4547 g | CONSTANTE | 19.33 |
|--------|-----------|-------|------------|--------|-----------|-------|

Observaciones : La Muestra fue identificada, numerada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

TEL: 020 40 60215

PUÑO - PERÚ



Herman Roca Nelson

INGENIERO CIVIL

CP 10 10101



J & C - LABORATORIOS  
 JR. MANUEL PACHECO  
 TRUJILLO, MOQUECHAS - PUNO - PERÚ

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
 SAN VICENTE DE CAYMA DE SAN JUAN  
 CUSCO, PERÚ

### GRAFICO C.B.R.

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

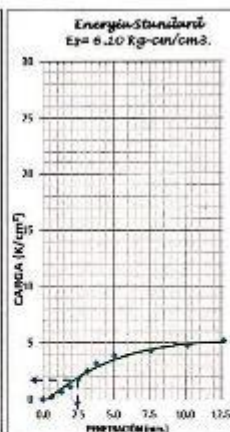
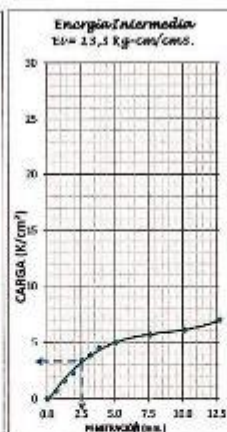
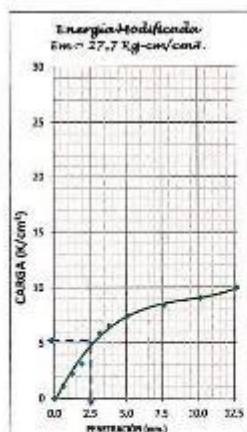
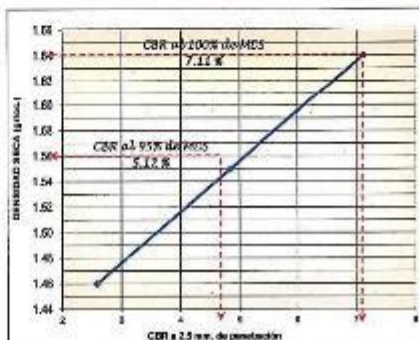
PROCESIONA : R.V. DE 52 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO  
 CALICATA N° : C-1, M-1, E-2  
 PROFUNDIDAD : 0023 - 01:50 m.

MUESTRA : Suelo Natural + 2% Adición de Polímero  
 CANTIDAD : 40 Kg.  
 PRESENTACION : Saco de Polietileno

VALORES M.D.S., -D.C.R. Y C.B.R.

|                             |       |       |
|-----------------------------|-------|-------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA        | 1.639 | gr/cc |
| CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA | 14.68 | %     |
| CBRAI 55 % DE SU MDS        | 5.12  | %     |
| CBRAL 100 % DE SU MDS       | 7.11  | %     |

| CLASIFICACION        |        |
|----------------------|--------|
| AASHTO (ASTM D-1557) | A-4(3) |
| USCS (ASTM D-2487)   | CL     |



Observaciones : La Muestra fue identificada, mezclada, almacenada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FE/PE/CA/CO/IN/ED/CA  
 Lab. S. 000

INSTITUTO VICA  
 INGENIERIA CIVIL  
 CUSCO



JGC - LABORATORIOS  
DE ANÁLISIS DE SUELOS  
CALLE 10 N° 1000 - PISO 1000

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE Puentes  
CALLE 10 N° 1000 - PISO 1000

### INFORME DE ENSAYO

TEMA : PULVERO AGRIENDO MATERIAL PARA MEDIR LA CAPACIDAD DE SORTEO Y CANTIDAD MÁXIMA EN SUBYACENTE DE FRIENTES  
RÍOS, SALDO - PUÑO  
UBICACIÓN : DISTRITO DE SAN PEDRO, Calle 10 y 1000, Calle 10 y 1000  
PROYECTO : (1) DE SAN PEDRO, 1000  
FECHA DE EJECUCIÓN : 02 DE JUNIO DEL 2011  
ANÁLISIS : SUELOS  
SOLICITANTE : SUELOS

### ENSAYO DE CONSTANTES FÍSICAS

PROCEDIMIENTO : N° 101-101 - N° 101-101 - SUELOS  
CANTIDAD : 10 L, 10 L, 10 L  
PROYECTO : 02-20 - 10-10-10  
MATERIAL : Suelos Naturales + 4 % Aditivo de Polímero  
CANTIDAD : 10 Kg  
IDENTIFICACIÓN : Saco de Polietileno

#### LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 118 ASTM D - 4318)

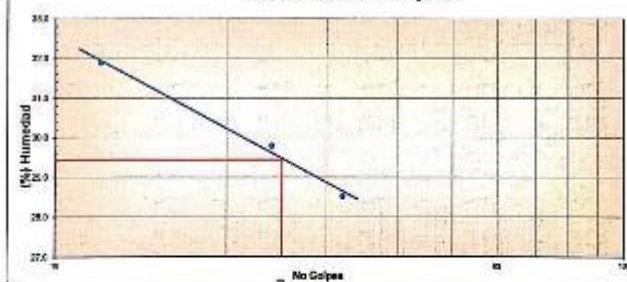
| Prueba No.                           | 01    | 02    | 03    |  |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|--|
| Tamaño No.                           | 99    | 31    | 12    |  |
| Peso de la Cuspe (gr)                | 24.65 | 24.58 | 23.74 |  |
| Peso de la Cuspe + Suelo Humedo (gr) | 35.68 | 35.06 | 35.06 |  |
| Peso de la Cuspe + Suelo Seco (gr)   | 34.21 | 33.42 | 34.83 |  |
| Peso del Agua (gr)                   | 2.57  | 2.54  | 3.47  |  |
| Peso del Suelo Seco (gr)             | 3.36  | 3.86  | 11.88 |  |
| Contenido de Humedad (%)             | 28.53 | 29.83 | 31.68 |  |
| Numero de Golpes                     | 20    | 24    | 10    |  |

#### LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 118 ASTM D - 4318)

| Prueba No.                           | 24    | 7     |  | PROMEDIO |
|--------------------------------------|-------|-------|--|----------|
| Peso de la Cuspe (gr)                | 23.21 | 23.03 |  |          |
| Peso de la Cuspe + Suelo Humedo (gr) | 27.92 | 28.02 |  |          |
| Peso de la Cuspe + Suelo Seco (gr)   | 27.11 | 27.17 |  |          |
| Peso del Agua (gr)                   | 0.01  | 0.85  |  |          |
| Peso del Suelo Seco (gr)             | 3.90  | 4.12  |  |          |
| Contenido de Humedad (%)             | 20.77 | 20.13 |  | 20.45    |

LL : 29.44 L.P. : 20.46 L.P. : 9.98

### GRAFICO DE LÍMITE LÍQUIDO



Observaciones : La muestra fue identificada, almacenada, preparada y puesta a prueba por el laboratorio.

JGC LABORATORIOS

FECHA DE EJECUCIÓN



Herman Díaz Balleón  
Ingeniero Civil





JAC - LABORATORIOS  
PUNTA PRATA 100  
AV. LOS REYES - PUERTO RICO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
FARMACIA DE LA UNICA DE PUERTO RICO  
CALLE 100, PUERTO RICO

### INFORME DE ENSAYO

TEST : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUPERFICIES DE PAVIMENTOS RIGIDOS, SALCEDO - PUERTO RICO  
SOLICITA : BACHILLERES: FRED FRIED, Edwin Froy y MAQUERA MARIN, Hugo Nelson  
FECHA RECIBIDA : 01 DE JUNIO DEL 2021  
FECHA ENSAYO : 03 DE JUNIO DEL 2021  
REALIZADO POR : F.J.C.P.  
RECIBIDO POR : H.R.S.

### RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO) (ASTM - 1557 MTC E 115)

PROCEDENCIA : RM 5-520 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO  
CALCATA Nº : C-1, M-1, E-2  
PROFUNDIDAD : 00.30 - 01.50 m  
MUESTRA : Suelo Natural + 4 % Aditivo de Polímero  
CANTIDAD : 40 kg  
PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

| Método de Compactación | Número de Golpes | Número de Capas |
|------------------------|------------------|-----------------|
| ASTM 1157 - 70"        | 56               | 5               |

### CALCULO DE DENSIDAD HUMEDAD

|                              |      |       |       |       |       |
|------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. Peso suelo húmedo + molde | gr   | 6617  | 9058  | 1346  | 2068  |
| 2. Peso del molde            | gr   | 6000  | 6000  | 5300  | 6000  |
| 3. Volumen del molde         | cc   | 2129  | 2129  | 2129  | 2129  |
| 4. Peso suelo húmedo         | gr   | 6617  | 3058  | 3146  | 3068  |
| 5. Densidad suelo húmedo     | g/cc | 1.688 | 1.705 | 1.854 | 1.872 |

### CALCULO DE HUMEDAD

|                                    |    |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 6. Capa Nº                         |    | 13     | 7      | 23     | 31     | 6      | 10     | 14     | 16     |
| 7. Peso del suelo húmedo + capataz | gr | 244.02 | 261.66 | 247.21 | 254.30 | 293.04 | 260.82 | 262.01 | 238.01 |
| 8. Peso del suelo seco + capataz   | gr | 226.66 | 241.56 | 224.11 | 227.24 | 231.66 | 240.11 | 251.28 | 231.47 |
| 9. Peso de agua                    | gr | 17.37  | 20.10  | 23.10  | 27.06  | 61.38  | 20.71  | 10.73  | 6.54   |
| 10. Peso de la capa                | gr | 24.68  | 23.95  | 25.86  | 24.68  | 22.67  | 23.89  | 23.90  | 24.74  |
| 11. Peso del suelo seco            | gr | 231.07 | 216.66 | 198.76 | 206.60 | 231.66 | 216.49 | 208.58 | 230.72 |
| 12. Contenido de humedad           | %  | 8.85   | 9.00   | 11.62  | 11.45  | 12.83  | 13.76  | 15.25  | 12.44  |
| 13. Promedio de Humedad            | %  |        | 8.92   |        | 11.58  |        | 13.78  |        | 15.34  |

### CALCULO DE DENSIDAD SECA

|                             |      |       |       |                |        |
|-----------------------------|------|-------|-------|----------------|--------|
| 13. Densidad seca del suelo | g/cc | 1.580 | 1.603 | 1.633          | 1.624  |
| Densidad Máxima             | g/cc | 1.631 |       | Humedad óptima | 14.26% |



Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

JAC LABORATORIOS

REVISOR: J. J. J. J.

FECHA: 03/06/2021



Harrison M. Rodríguez  
Ingeniero Civil  
GP 17, 1714



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
SERVICIO DE MEDICIÓN DE SUELOS  
CENTRO ZONAL Y REGIONAL

### INFORME DE ENSAYO

|                |                                                                                                                                      |                   |          |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------|
| TEMA :         | POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO |                   |          |
| SOLICITA :     | BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y NAQUERA MAMANI, Hugo Nelson                                                                  |                   |          |
| FECHA REGIS. : | 01 DE JUNIO DEL 2021                                                                                                                 | REALIZADO POR :   | F.J.C.P. |
| FECHA ENSAYO : | 04 DE JUNIO DEL 2021                                                                                                                 | ING. RESP. LAB. : | H. & B.  |

### ENSAYO C. B. R. (ASTM D - 1883)

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

|               |                                      |                |                                         |
|---------------|--------------------------------------|----------------|-----------------------------------------|
| PROCEDENCIA : | KM. 0+520 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO | MUESTRA :      | Suelo Natural + 4 % Adición de Polímero |
| CALCULOS :    | C - 1, M - 1, E - 2                  | CANTIDAD :     | 40 Kg.                                  |
| PROFUNDIDAD : | 00.20 - 01.50 m.                     | PRESENTACIÓN : | Saco de Polietileno                     |

| MOLDE                          | N° | 07           | 08       | 09           |
|--------------------------------|----|--------------|----------|--------------|
| CAPAS                          | N° | 05           | 05       | 05           |
| Grupos por Capa                | N° | 56           | 25       | 12           |
| Condición Muestra              |    | Ópt. Humedad | Saturado | Ópt. Humedad |
| Peso suelo húmedo + molde grs. |    | 11958        | 12101    | 11877        |
| Peso molde grs.                |    | 8012         | 8012     | 8128         |
| Peso suelo húmedo grs.         |    | 3946         | 4089     | 3751         |
| Volumen del suelo c.c.         |    | 2119         | 2119     | 2131         |
| Densidad húmeda gr/cc          |    | 1.87         | 1.93     | 1.76         |
| % de Humedad %                 |    | 14.24        | 17.35    | 14.38        |
| Densidad seca g/cc             |    | 1.63         | 1.64     | 1.54         |
| Tono                           | N° | 24           | 26       | 06           |
| Tartr más suelo húmedo grs.    |    | 202.32       | 278.43   | 282.82       |
| Tartr más suelo seco grs.      |    | 232.52       | 240.62   | 232.84       |
| Peso de agua grs.              |    | 28.80        | 37.81    | 30.18        |
| Peso de tartr grs.             |    | 23.21        | 22.67    | 22.77        |
| Peso suelo seco grs.           |    | 209.31       | 217.95   | 209.67       |
| % de humedad %                 |    | 14.24        | 17.35    | 14.38        |
| Promedio humedad %             |    | 14.24        | 17.35    | 14.38        |

#### % DE EXPANSIÓN

| Fecha  | Hora  | Tiempo | Dial | Expansión |      | Dial | Expansión |      | Dial | Expansión |      |
|--------|-------|--------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
|        |       |        |      | mm.       | %    |      | mm.       | %    |      | mm.       | %    |
| 4/5/21 | 12:20 | 0:00   | 0.00 | 0.00      | 0.00 | 0.00 | 0.00      | 0.00 | 0.00 | 0.00      | 0.00 |
| 5/5/21 | 12:20 | 24:00  | 0.50 | 0.50      | 0.47 | 0.72 | 0.72      | 0.57 | 1.12 | 1.12      | 0.88 |
| 5/6/21 | 12:20 | 48:00  | 0.87 | 0.87      | 0.89 | 1.23 | 1.23      | 0.97 | 1.44 | 1.44      | 1.13 |
| 7/5/21 | 12:20 | 72:00  | 1.10 | 1.10      | 0.87 | 1.38 | 1.38      | 1.09 | 1.58 | 1.58      | 1.24 |
| 9/5/21 | 12:20 | 96:00  | 1.32 | 1.32      | 1.04 | 1.45 | 1.45      | 1.14 | 1.84 | 1.84      | 1.29 |

#### PENETRACIÓN

| Penetración |       |        | Carga<br>Pulvón | Dial | Carga Correída |       | CBR | Dial | Carga Correída |       | CBR | Dial      | Carga Correída |       | CBR   |    |
|-------------|-------|--------|-----------------|------|----------------|-------|-----|------|----------------|-------|-----|-----------|----------------|-------|-------|----|
| mm.         | Pulg. | Tiempo |                 |      | Kg             | K/cm² |     |      | Kg             | K/cm² |     |           | Kg             | K/cm² |       | Kg |
| 0           | 0     | 0      | 0               | 0    | 0              | 0     | 0   | 0    | 0              | 0     | 0   | 0         | 0              | 0     | 0     |    |
| 0.53        | 0.005 | 30"    | 8               | 26   | 1.4            | 4     | 13  | 6.9  | 1              | 4     | 0.2 | 5         | 22             | 1.1   | 1.1   |    |
| 1.27        | 0.050 | 1'     | 12              | 52   | 2.7            | 9     | 39  | 2.0  | 7              | 31    | 1.6 | 10        | 45             | 2.5   | 2.5   |    |
| 1.90        | 0.075 | 1'30"  | 17              | 74   | 3.6            | 12    | 52  | 2.7  | 7              | 31    | 1.6 | 13        | 57             | 2.9   | 2.9   |    |
| 2.54        | 0.100 | 2'     | 26              | 114  | 5.9            | 16    | 70  | 3.6  | 5.2            | 9     | 39  | 2.0       | 20             | 90    | 4.0   |    |
| 3.17        | 0.125 | 3'     | 29              | 127  | 6.6            | 18    | 83  | 4.3  |                | 13    | 57  | 2.9       | 22             | 99    | 4.4   |    |
| 3.81        | 0.150 | 4'     | 105             | 31   | 135            | 7.0   | 22  | 96   | 5.0            | 16    | 70  | 3.6       | 24             | 105   | 4.7   |    |
| 5.08        | 0.200 | 5'     | 38              | 157  | 8.1            | 24    | 105 | 5.4  |                | 19    | 83  | 4.3       | 26             | 114   | 5.0   |    |
| 7.62        | 0.300 | 7'     | 133             | 41   | 179            | 9.3   | 29  | 122  | 6.3            | 21    | 92  | 4.7       | 28             | 125   | 5.5   |    |
| 10.16       | 0.400 | 10'    | 44              | 192  | 9.9            | 30    | 131 | 6.8  |                | 23    | 101 | 5.2       | 30             | 135   | 5.7   |    |
| 12.70       | 0.500 | 12'    | 161             | 47   | 205            | 10.6  | 33  | 144  | 7.5            | 25    | 109 | 5.7       | 32             | 147   | 6.0   |    |
| Máx. 0      |       |        | CARGADA 45 kg   |      |                | /     |     |      | 4547 kg        |       |     | CONSTANTE |                |       | 10.33 |    |

ANILLO : CAPACIDAD 45 kg 4547 g. CONSTANTE 19.33

Observaciones : La Muestra fue identificada, transportada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J & C LABORATORIOS

FIGURA ASISTENTE TECNICA

LABORATORIO



Oficina de Investigación

UANCV

UANCV



J&C - LABORATORIOS  
R. MAJUL PROPIETARIO  
TELF. 021 99152115 - RUMO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
SERVICIOS ESPECIALIZADOS EN: SUELOS,  
CONCRETO, ASFALTO Y MATERIALES

### GRAFICO C.B.R.

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA : KM. 9-620 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO  
CALCULOS : C-1, M-1, E-2  
PROFUNDIDAD : 5025 - 01.30 m.

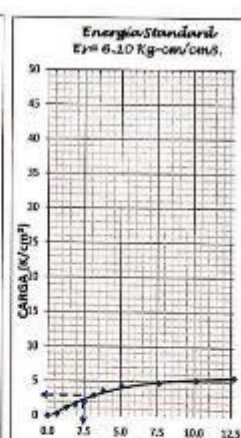
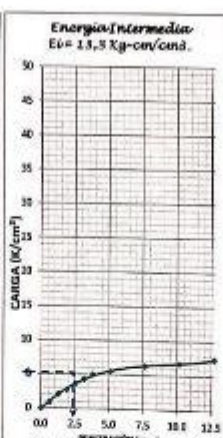
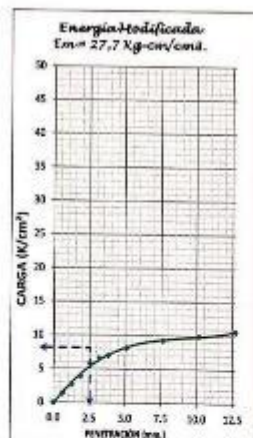
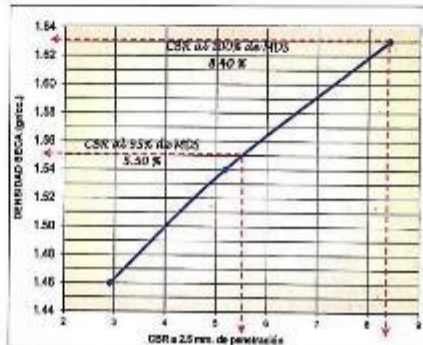
MUESTRA : Suelo Natural + 4 % Adición de Polímero  
CANTIDAD : 40 Kg.  
PRESENTACION : Saco de Polietileno

#### VALORES M.D.S., O.C.E. Y C.B.R.

|                             |       |                   |
|-----------------------------|-------|-------------------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA        | 1.631 | gr/m <sup>3</sup> |
| CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA | 14.20 | %                 |
| CBR AL 25 % DE SU MDS       | 5.50  | %                 |
| CBR AL 100 % DE SU MDS      | 8.40  | %                 |

#### CLASIFICACION

|                      |        |
|----------------------|--------|
| AASHTO (ASTM D-3282) | A-4(3) |
| USCS (ASTM D-2487)   | CL     |



Observaciones : La Muestra fue identificada, clasificada, etiquetada y ensayada en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

TELF. 021 99152115  
RUMO - PERU



JEFE DE LABORATORIO  
ING. J. C. MAJUL  
C.R. 10.10.15





**JVC LABORATORIOS**  
 18. NAGLE PISO 9. 18.  
 1007. 100. 100. 100. 100. 100.

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
 DIVISION DE MECANICA DE SUELOS  
 AV. 100. 100. 100. 100. 100. 100.

**INFORME DE ENSAYO**

**TITULO :** POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBGRANTE DE NAVENTOS  
**FECHA :** 01 DE JUNIO 2023  
**PROYECTO :** 01 DE JUNIO 2023

**ENSAYO DE CONSTANTES FISICAS**

**PROCEDENCIA :** 1. 100. 100. 100. 100. 100. 100.  
**GRUPO :** 1. 100. 100. 100. 100. 100. 100.  
**PROYECTO :** 1. 100. 100. 100. 100. 100. 100.

**UNIFORME DE CONSTANTES FISICAS**

| Prueba No.                          | 01    | 02    | 03    |  |  |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|--|--|
| Tam. No.                            | 17    | 15    | 4     |  |  |
| Peso de la Capota (gr)              | 22.62 | 22.66 | 23.90 |  |  |
| Peso de la Capota+Suelo Humedo (gr) | 37.42 | 37.03 | 37.94 |  |  |
| Peso de la Capota+Suelo Seco (gr)   | 34.28 | 33.02 | 34.02 |  |  |
| Peso del agua (gr)                  | 3.16  | 3.41  | 3.42  |  |  |
| Peso del Suelo Seco (gr)            | 11.34 | 11.55 | 10.62 |  |  |
| Contenido de Humedad (%)            | 27.87 | 29.50 | 32.26 |  |  |
| Numero de Golpes                    | 33    | 22    | 11    |  |  |

**UNIFORME DE PLASTICIDAD (MTC E 119 ASTM D - 4318)**

| Tam. No.                            | 01    | 02    |  | PROMEDIO |
|-------------------------------------|-------|-------|--|----------|
| Peso de la Capota (gr)              | 23.19 | 23.74 |  |          |
| Peso de la Capota+Suelo Humedo (gr) | 27.02 | 27.80 |  |          |
| Peso de la Capota+Suelo Seco (gr)   | 25.39 | 27.10 |  |          |
| Peso del Agua (gr)                  | 0.68  | 0.70  |  |          |
| Peso del Suelo Seco (gr)            | 3.17  | 3.45  |  |          |
| Contenido de Humedad (%)            | 20.82 | 25.29 |  | 20.56    |

**L.L. : 23.79 L.P. : 26.56 L.P. : 8.14**



Observaciones : La Máquina No. 100. 100. 100. 100. 100. 100.

JVC LABORATORIOS

FE. 10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.



Hermana 10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.

10. 10. 10. 10. 10. 10.



J&C LABORATORIOS  
AV. AMÉRICA PERÚ 17 DE  
SEPT. 001, 900 00110 - PUNO - PERÚ

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
SERVIDIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

### INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO  
SOLICITA : DACHILLERES: PINO Pineda, Edwin Freddy y MAGUISTA MAMANI, Hugo Nelson  
FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 REALIZADO POR : F.J.C.P.  
FECHA ENSAYO : 03 DE JUNIO DEL 2021 ING. RESP. LAB : H.A.B.

### RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO) (ASTM - 1557 MTC E 115)

PROCEDENCIA : S&A 04-5/25 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO MUESTRA : Suelo Natural + 6 % Adición de Polímero  
CALCATA M<sup>2</sup> : 5 - 1, 14 - 1, E - 2 CANTIDAD : 40 Kg.  
PROFUNDIDAD : 00.20 - 01.50 m. PRESENTACIÓN : Saca de Polietileno

| Método de Compactación | Número de Golpes | Número de Capas |
|------------------------|------------------|-----------------|
| AASHTO T 99 - "C"      | 56               | 5               |

### CALCULO DE DENSIDAD HUMEDAD

|                              |       |       |       |       |       |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. Peso suelo húmedo + molde | g     | 2568  | 6735  | 8918  | 9676  |
| 2. Peso del molde            | g     | 8000  | 6000  | 6000  | 6000  |
| 3. Volumen del molde         | cc    | 2129  | 2129  | 2128  | 2129  |
| 4. Peso suelo húmedo         | g     | 3568  | 3735  | 3918  | 3676  |
| 5. Densidad suelo húmedo     | gr/cc | 1.685 | 1.754 | 1.843 | 1.743 |

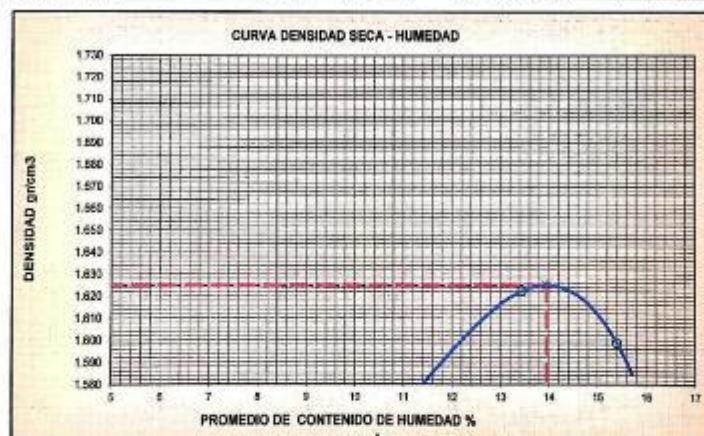
### CALCULO DE HUMEDAD

| 6. Capas de 1"                      | 8 | 9      | 12     | 15     | 12     | 14     | 32     | 33     |
|-------------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 7. Peso del suelo húmedo + capsa 1" | g | 252.52 | 261.34 | 265.52 | 253.39 | 294.62 | 280.22 | 289.83 |
| 8. Peso del suelo seco + capsa 1"   | g | 253.64 | 241.35 | 241.13 | 233.15 | 260.14 | 231.59 | 251.32 |
| 9. Peso del agua                    | g | 19.20  | 20.09  | 24.39  | 20.24  | 34.48  | 28.23  | 38.51  |
| 10. Peso de la capsa                | g | 22.77  | 23.65  | 23.74  | 24.72  | 25.74  | 23.58  | 22.21  |
| 11. Peso del suelo seco             | g | 219.67 | 217.60 | 217.39 | 208.43 | 230.14 | 206.61 | 229.92 |
| 12. Contenido de humedad            | % | 9.14   | 9.23   | 11.22  | 11.31  | 13.37  | 13.51  | 15.42  |
| 13. Promedio de humedad             | % |        |        | 9.19   | 11.27  |        | 13.44  | 15.40  |

### CALCULO DE DENSIDAD SECA

|                             |       |       |       |       |       |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 13. Densidad seca del suelo | gr/cc | 1.543 | 1.577 | 1.632 | 1.699 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|

|                 |       |       |                |        |
|-----------------|-------|-------|----------------|--------|
| Densidad Máxima | gr/cc | 1.625 | Humedad optima | 13.95% |
|-----------------|-------|-------|----------------|--------|



Observaciones : La Muestra fue identificada, enstrada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante.

J&C LABORATORIOS

EDUARDO J. CACERES PINEDA

LAB. SUELOS



Norman Daza Balleón

INGENIERO CIVIL

SEP 14 2021



J & C - LABORATORIOS  
DE MATERIALES  
CALLE 101, MANABÍ - PERÚ - PERÚ

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
ANEXO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CURSOS, ANÁLISIS Y MUESTROS

### INFORME DE ENSAYO

TEMA : POLÍMEROS ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO  
SOLICITA : BACHILLERES: PIMO FREDA, Edwin Pedy y MACUERA MAMANI, Hago Nelson  
FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 REALIZADO POR : J. J. C. P.  
FECHA ENSAYO : 04 DE JUNIO DEL 2021 ING. RESP. LAS : H.R.S.

### ENSAYO C. B. R. (ASTM D - 1853)

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROYECTO : PRL 01-503-AV. INDUSTRIAL - SALCEDO MUESTRA : Suave Natural + 8 % Adición de Polímero  
CALCULOS : C-1, M-1, C-2 CANTIDAD : 40 Kg.  
PROFUNDIDAD : 03.30 - 01.50 m. REPRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

| MOLDE                          | N°     | 10           | 11       | 12           |          |        |
|--------------------------------|--------|--------------|----------|--------------|----------|--------|
| CAPAS                          | N°     | 05           | 05       | 05           |          |        |
| Calques por Capa               | N°     | 55           | 25       | 12           |          |        |
| Corriente Muestra              |        | Opk. Humedad | Saturado | Opk. Humedad | Saturado |        |
| Peso suelo húmedo + molde grs. |        | 12002        | 12145    | 11704        | 11590    | 11752  |
| Peso molde                     | grs.   | 8030         | 8039     | 8102         | 8084     | 8044   |
| Peso suelo húmedo              | grs.   | 3973         | 4060     | 3992         | 3942     | 3706   |
| Volumen del suelo              | c.c.   | 2140         | 2146     | 2110         | 2138     | 2138   |
| Densidad húmeda                | gr/cc. | 1.85         | 1.89     | 1.82         | 1.86     | 1.73   |
| % de Humedad                   | %      | 13.66        | 16.07    | 14.29        | 13.95    | 16.70  |
| Densidad seca                  | gr/cc. | 1.62         | 1.63     | 1.53         | 1.64     | 1.45   |
| Tamaño                         | N°     | 14           | 16       | 34           | 38       | 42     |
| Tamaño más fino húmedo         | grs.   | 285.03       | 291.10   | 286.02       | 305.91   | 294.12 |
| Tamaño más fino seco           | grs.   | 282.26       | 254.23   | 228.24       | 202.32   | 249.66 |
| Peso de Agua                   | grs.   | 33.44        | 36.87    | 30.58        | 43.36    | 44.47  |
| Peso de tam                    | grs.   | 23.58        | 24.74    | 22.17        | 24.66    | 22.97  |
| Peso a más seco                | grs.   | 230.27       | 229.46   | 214.07       | 214.10   | 225.76 |
| % de humedad                   | %      | 13.99        | 16.07    | 14.29        | 13.24    | 13.95  |
| Procedimiento Humedad          | %      | 13.99        | 16.07    | 14.29        | 13.24    | 13.95  |

#### % DE EXPANSIÓN

| Fecha  | Hora  | Tiempo | Dial | Exposición | Dial | Exposición | Dial | Exposición |
|--------|-------|--------|------|------------|------|------------|------|------------|
|        |       |        |      | mm.        | %    |            | mm.  | %          |
| 4/5/21 | 02:30 | 0:00   | 0.06 | 0.01       | 0.00 | 0.00       | 0.00 | 0.00       |
| 5/5/21 | 02:30 | 24:00  | 0.54 | 0.54       | 0.43 | 0.78       | 0.78 | 0.60       |
| 6/5/21 | 02:30 | 48:00  | 0.72 | 0.72       | 0.57 | 0.95       | 0.95 | 0.75       |
| 7/5/21 | 02:30 | 72:00  | 1.04 | 1.04       | 0.82 | 1.15       | 1.15 | 0.91       |
| 8/5/21 | 02:30 | 96:00  | 1.29 | 1.29       | 1.02 | 1.35       | 1.35 | 1.09       |

#### PENETRACIÓN

| Penetración | Carga | Dial   | Carga Corregida | CBR   | Dial | Carga Corregida | CBR   | Dial | Carga Corregida | CBR   |
|-------------|-------|--------|-----------------|-------|------|-----------------|-------|------|-----------------|-------|
| mm.         | Pulg. | Tiempo | Kg              | K/cm² |      | Kg              | K/cm² |      | Kg              | K/cm² |
| 0           | 0     | 0      | 0               | 0     | 0    | 0               | 0     | 0    | 0               | 0     |
| 0.83        | 0.035 | 30"    | 5               | 22    | 1.1  | 2               | 9     | 0.5  | 1               | 4     |
| 1.27        | 0.050 | 1'     | 14              | 61    | 3.2  | 7               | 31    | 1.6  | 3               | 13    |
| 1.90        | 0.075 | 1'30"  | 20              | 87    | 4.5  | 11              | 48    | 2.5  | 5               | 22    |
| 2.54        | 0.100 | 2'     | 34              | 155   | 6.4  | 15              | 65    | 3.4  | 6               | 28    |
| 3.17        | 0.125 | 3'     | 30              | 131   | 6.8  | 18              | 75    | 4.1  | 8               | 35    |
| 3.81        | 0.150 | 4'     | 40              | 175   | 8.0  | 21              | 90    | 4.7  | 11              | 48    |
| 5.08        | 0.200 | 5'     | 40              | 175   | 8.0  | 25              | 106   | 5.7  | 16              | 70    |
| 7.62        | 0.300 | 6'     | 45              | 197   | 10.2 | 29              | 122   | 6.3  | 18              | 83    |
| 10.16       | 0.400 | 7'     | 45              | 214   | 11.1 | 32              | 140   | 7.2  | 22              | 96    |
| 12.70       | 0.500 | 8'     | 54              | 230   | 12.2 | 35              | 153   | 7.9  | 26              | 114   |

Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y enviada en laboratorio por el Solicitante.

J & C LABORATORIOS

EDWIN PIMO FREDA  
ING. CIVIL



Herman Nolas Valdivia  
ING. CIVIL





J & C - LABORATORIOS  
JR. MANUEL PÉREZ M. 190  
TELF. 001 951 802115 - PUÑO - PERÚ

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO, ASPHALTO Y FUNDICIÓN

### GRÁFICO C.B.R.

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROVENIENCIA : KM. 0+520 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO  
CALCADA N° : C-1, M-1, E-2  
PROFUNDIDAD : 00.20 - 01.80 m

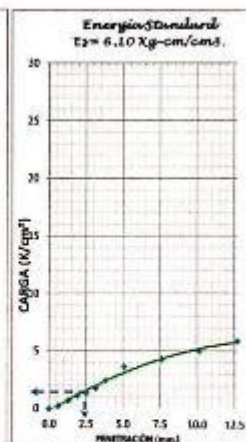
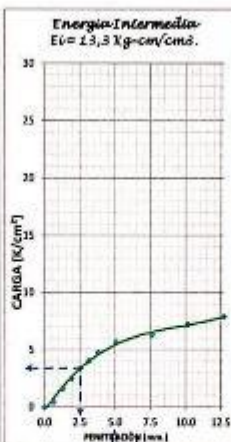
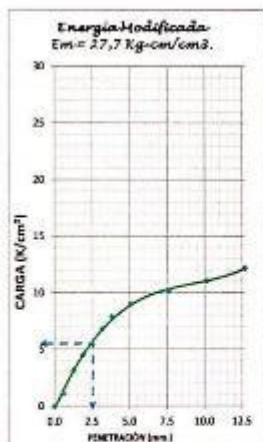
MUESTRA : Suelos Natural + 6 % Adición de Polímero  
CANTIDAD : 40 Kg.  
PRESENTACIÓN : Seco de Polidreno

VALORES N. D. S. - O. C. M. Y C. B. R.

|                             |       |      |
|-----------------------------|-------|------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA        | 1.825 | g/cc |
| CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA | 13.95 | %    |
| CBR AL 95 % DE SU MDS       | 5.12  | %    |
| CBR AL 100 % DE SU MDS      | 7.75  | %    |

#### CLASIFICACION

|                      |        |
|----------------------|--------|
| AASHTO (ASTM D-3282) | A-4(2) |
| SUCS (ASTM D-2487)   | CL     |



Observaciones: La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante.

J & C LABORATORIOS

ROBERTO GARCIA NEDA

ROBERTO GARCIA NEDA



JAC LABORATORIOS  
DE INGENIERÍA DE PAVIMENTOS  
TEL. 051 985 821 100 - PUNO - PERÚ

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
SERVIDIO DE INGENIERÍA DE MATERIALES  
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

### INFORME DE ENSAYO

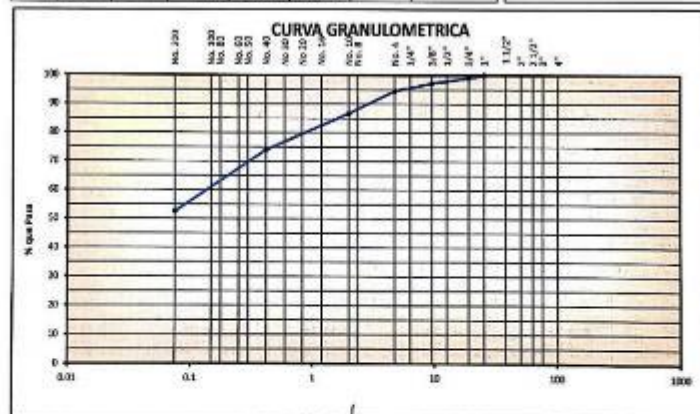
**TEMA** : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN  
SUBRASANTES DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALTADO - PUNO  
**SOLICITA** : DACHELIERES PINDO FINEIDA, Edén Inés y MAQUERA MAMANE, Hugo Nelson  
**FECHA RECIBO** : 01 DE JUNIO DEL 2021  
**FECHA ENV** : 02 DE JUNIO DEL 2021  
**ANALIZADO POR** : F.J.C.P.  
**RECIBIDO POR** : H.R.B.

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMEZADO

(Norma ASTM D 151 - ASTM D 421)

**PROYECTO** : KM. 0+750 - AV. INDUSTRIAL - SALTADO  
**CALECUTA N°** : C-2, M-1, E-2  
**PROFUNDIDAD** : 100.00 - 01.50 m.  
**MUESTRA** : Suelos Natural + 0 % Adición de Polímero  
**CANTIDAD** : 45 Kg.  
**PRESENTACIÓN** : Saco de Polietileno

| Tamaño<br>ASTM         | Abertura<br>(mm.) | Paso<br>Retenido | % Retenido |           | % que<br>Pasa | Especificaciones | Descripción de Muestra         |
|------------------------|-------------------|------------------|------------|-----------|---------------|------------------|--------------------------------|
|                        |                   |                  | Parcial    | Acumulado |               |                  |                                |
| 4"                     | 125.000           |                  |            |           |               |                  | Peso Inicial : 1488.00 (gr)    |
| 3"                     | 75.000            |                  |            |           |               |                  | Peso Lavado : 788.00 (gr)      |
| 2 1/2"                 | 63.500            |                  |            |           |               |                  | Peso Pasado : 788.00 (gr)      |
| 2"                     | 50.800            |                  |            |           |               |                  | Humedad Natural : 19.36 %      |
| 1 1/2"                 | 38.100            |                  |            |           |               |                  | LIMITES DE CONSISTENCIA        |
| 1"                     | 25.400            |                  |            |           | 100.0         |                  | Límite Líquido : 33.80 %       |
| 3/4"                   | 19.000            | 54.0             | 0.9        | 0.9       | 99.1          |                  | Límite Plástico : 23.17 %      |
| 10"                    | 12.700            |                  |            |           |               |                  | I.P. : 7.83 %                  |
| 3/8"                   | 9.525             | 38.0             | 1.9        | 2.8       | 97.2          |                  | CLASIFICACION                  |
| 5/16"                  | 6.350             |                  |            |           |               |                  | ASIENTO (ASTM D-2040) : A-4(2) |
| No. 4                  | 4.750             | 38.0             | 2.0        | 5.4       | 94.6          |                  | FLUJO (ASTM D-1655) : ML       |
| DESCRIPCIÓN DE MUESTRA |                   |                  |            |           |               |                  |                                |
| - Lleno con arena      |                   |                  |            |           |               |                  |                                |
| PROPIEDADES            |                   |                  |            |           |               |                  |                                |
| Grava > 3"             |                   |                  |            |           |               |                  |                                |
| Grava                  |                   |                  |            |           |               |                  |                                |
| Arena                  |                   |                  |            |           |               |                  |                                |
| Fines                  |                   |                  |            |           |               |                  |                                |
| -200                   |                   |                  |            |           |               |                  |                                |
| 100.00 %               |                   |                  |            |           |               |                  |                                |



**Observaciones** : La Muestra fue Homogeneizada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

JAC LABORATORIOS

TEL. 051 985 821 100  
CALLE J. GARCÍA



Hernán Neco Brindón  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 10793



**JSC - LABORATORIOS**

J. SANCHEZ, PISO 17-18  
CALLE 100 SUR - PUNO PERU

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

### INFORME DE ENSAYO

**TESIS** : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUPERFICIES DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO  
**SOLICITA** : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Freddy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson  
**FECHA RECEP.** : 01 DE JUNIO DEL 2021 **REALIZADO POR** : F.J.C.P.  
**FECHA ENSAYO** : 02 DE JUNIO DEL 2021 **ING. RESP. LAB** : H.N.D.

### DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

ASTM D 2216 - MTC E-108

| Muestra N°                    |    | C - 2            | M - 1  | E - 2 |  |  |  |  |
|-------------------------------|----|------------------|--------|-------|--|--|--|--|
| Profundidad m.                |    | 00.25 - 01.50 m. |        |       |  |  |  |  |
| Tarro N°                      |    | 99               | 91     |       |  |  |  |  |
| Peso del Tarro                | gr | 22.77            | 24.80  |       |  |  |  |  |
| Peso del tarro + Suelo Húmedo | gr | 240.79           | 255.90 |       |  |  |  |  |
| Peso del tarro + Suelo Seco   | gr | 212.07           | 243.51 |       |  |  |  |  |
| Peso del Agua                 | gr | 36.72            | 42.29  |       |  |  |  |  |
| Peso del suelo seco           | gr | 189.30           | 218.81 |       |  |  |  |  |
| Contenido de Humedad          | %  | 19.40            | 19.33  |       |  |  |  |  |
| Promedio                      |    | 19.38            |        |       |  |  |  |  |

**Observaciones** : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

JSC LABORATORIOS

TEL: 051 973 27 3100

Lab. SUELO



Herman Yocca Ballón

INGENIERO CIVIL

OP. 17-18







**JAC LABORATORIOS**  
IN. SANEAMIENTO Y OBRAS  
TUP. DE. MICHES. - PUNO. PERU

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
INNOVACIONES EN OBRAS  
CONCRETO, ACEROS Y ALUMINIO

### INFORME DE ENSAYO

**TIPO :** POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEDIR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS  
**MÓDULO, SUCEDO - PUNO**  
**SOLICITA :** INGENIEROS P. NO PERÚA, Edwin Frey y MADRERA MAMANI, Hugo Nelson  
**FECHA RECIBIDA :** 01 DE ABRIL DEL 2011  
**FECHA EMISIÓN :** 03 DE ABRIL DEL 2011

**ANÁLISIS POR :** F. J. C.  
**REVISOR POR :** F. J. C.

### ENSAYO DE CONSTANTES FÍSICAS

**PREMIXION :** DM. E-750 - KM. INDIUTIN - SUCEDO  
**CANTIDAD :** C-2, M-1, E-2  
**FECHA RECIBIDA :** 30/03 - 01/03/11

**MUESTRA :** Suelo Natural + 0 % Adición de Polímero  
**CANTIDAD :** 45 Kg.  
**PREPARACIÓN :** Saco de Polietileno

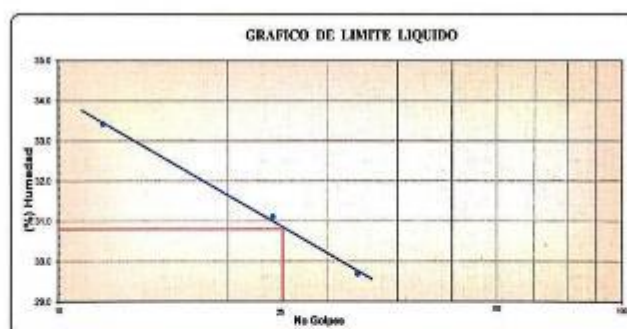
#### LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 ASTM D - 4318)

| Prueba No.                         | 01    | 02    | 03    |  |  |
|------------------------------------|-------|-------|-------|--|--|
| Tarso No.                          | 14    | 1     | 26    |  |  |
| Peso de la Capa (g)                | 23.09 | 22.89 | 22.87 |  |  |
| Peso de la Capa + Suelo Humedo (g) | 30.70 | 30.42 | 30.12 |  |  |
| Peso de la Capa + Suelo Seco (g)   | 33.02 | 33.21 | 34.25 |  |  |
| Peso del Agua (g)                  | 3.13  | 3.21  | 3.07  |  |  |
| Peso del Suelo Seco (g)            | 10.54 | 10.32 | 11.58 |  |  |
| Contenido de Humedad (%)           | 29.70 | 31.10 | 33.42 |  |  |
| Número de Golpes                   | 34    | 24    | 12    |  |  |

#### LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 ASTM D - 4318)

| Prueba No.                         | 29    | 34    |  |  | PROMEDIO |
|------------------------------------|-------|-------|--|--|----------|
| Peso de la Capa (g)                | 24.77 | 23.21 |  |  |          |
| Peso de la Capa + Suelo Humedo (g) | 23.39 | 23.06 |  |  |          |
| Peso de la Capa + Suelo Seco (g)   | 24.52 | 27.14 |  |  |          |
| Peso del Agua (g)                  | 0.86  | 0.92  |  |  |          |
| Peso del Suelo Seco (g)            | 3.75  | 3.03  |  |  |          |
| Contenido de Humedad (%)           | 22.93 | 23.41 |  |  | 23.17    |

**L.L. :** 30.80    **L.P. :** 23.17    **I.P. :** 7.63



Observaciones : La Muestra fue identificada, en autoclave, etiquetada y puesta en Maletín por el Solicitante

JAC LABORATORIOS  
 FELPE J. DÍAZ ESPINOSA  
 C.E. SANEAMIENTO

  
 Horzán Roca Baillán  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 17.14716



J&C - LABORATORIOS  
P.O. BOX 11000  
TEL. (01) 5511111 - 2500 0000

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

## INFORME DE ENSAYO

**TESIS** : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUEBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍJIDOS, SALCEDO - PUÑO

**SOLICITA:** BACHELERS: PIND Pineda, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson

FECHA RECIB.

FECHA ENSAYO : 03 DE JUNIO DEL 2021

REALIZADO POR : F.J.C.P.

INC. RESP. LAB : HUNN

RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO)  
(ASTM - 1557 MTC E 115)

PROCEDENCIA : KM 16+750 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO

CALCATA N°: 1 C+2, M+3, F+3

PROFUNDIDAD : 06:38 - 07:58 m.

**MUESTRA** : Suelo Natural + 0 % Adición de Polímero

|          |        |
|----------|--------|
| INVESTOR | Japan  |
| CANTIDAD | 45 Kg. |

**PRESENTACIÓN** : Sacos de Polietileno

| Método de Compactación | Número de Golpes | Número de Capas |
|------------------------|------------------|-----------------|
| SAKIMOTO 180 - 7"      | 56               | 5               |

## CALCULO DE DENSIDAD HUMEDAD

| CÁLCULO DE DEBITOS FOMENTO    |                   |       |       |       |       |
|-------------------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| 1. Peso suato bursato + moide | gr                | 10115 | 10112 | 10152 | 10171 |
| 2. Peso del moide             | gr                | 6000  | 6000  | 6000  | 6000  |
| 3. Volumen del moide          | cc                | 2120  | 2129  | 2120  | 2126  |
| 4. Peso suato bursato         | gr                | 3815  | 4012  | 4152  | 4171  |
| 5. Densidad del bursato       | g/cm <sup>3</sup> | 1.160 | 1.884 | 1.950 | 1.928 |

### CALCULO DE HUMEDAD

| GRUPO DE HIGIENE                 |    |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                  | 7  | 31     | 25     | 27     | 13     | 8      | 10     |        |        |
| 8. Césped seco                   |    |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 9. Pese de suelo húmedo + capota | gr | 234,87 | 233,00 | 234,56 | 257,62 | 248,89 | 236,68 | 272,44 | 241,17 |
| 10. Pese de suelo seco+capota    | gr | 516,00 | 233,68 | 231,54 | 232,21 | 233,24 | 234,62 | 236,23 | 246,67 |
| 11. Pese de agua                 | gr | 19,25  | 23,42  | 23,43  | 23,43  | 33,94  | 32,24  | 35,40  | 36,30  |
| 12. Pese de la capota            | gr | 23,05  | 24,58  | 25,56  | 34,84  | 24,68  | 22,77  | 22,97  | 23,63  |
| 13. Pese del suelo seco          | gr | 182,57 | 189,12 | 187,19 | 207,27 | 209,25 | 221,85 | 271,28 | 224,24 |
| 14. Contando de humedad          | %  | 30,00  | 10,22  | 12,51  | 12,30  | 14,42  | 14,63  | 16,33  | 16,41  |
| 12. Densidad de Humedad          | %  |        | 50,11  | 12,43  |        | 54,60  |        | 58,57  |        |

**CALCULO DE DENSIDAD SECA**

|                             |       |       |       |       |       |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 13. Densidad seca del suelo | gr/cc | 1,827 | 1,878 | 1,796 | 1,894 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|

|                 |       |       |                |        |
|-----------------|-------|-------|----------------|--------|
| Densidad Máxima | gr/cc | 1.704 | Humedad óptima | 14.78% |
|-----------------|-------|-------|----------------|--------|



Observaciones : La Muestra fue identificada, mostrada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

JSC LABORATORIES

✓

FELPE J. CAMERON, M.D.



Hernan Mesa Baidon  
INGENIERO CIVIL



J & C - LABORATORIOS  
R. MANUEL RIVERO 100  
TUPAC KATIPAY - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
SERVIDIO DE MECANICA DE SUELOS  
CONCRETO, ASFALTOS Y MADERAS

### INFORME DE ENSAYO

|               |                                                                                                                                        |                 |            |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|
| TESIS         | : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO |                 |            |
| SOLICITA      | : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson                                                                  |                 |            |
| FECHA RECIBIÓ | : 01 DE JUNIO DEL 2021                                                                                                                 | REALIZADO POR   | : F.J.G.P. |
| FECHA ENSAYO  | : 03 DE JUNIO DEL 2021                                                                                                                 | ING. RESP. LAB. | : H.R.B.   |

### ENSAYO C. B. R. (ASTM D - 1883)

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

|              |                                        |              |                                            |
|--------------|----------------------------------------|--------------|--------------------------------------------|
| PROVENIENCIA | : KM. 0-150 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO | MUESTRA      | : Suelos Natural - 0 % Adición de Polímero |
| CALCULADA N° | : C - 2, M - 1, E - 2                  | CANTIDAD     | : 45 Kg.                                   |
| PROFUNDIDAD  | : 00.23 - 01.30 m.                     | PRESENTACIÓN | : Baco de Pelletizado                      |

|                                |           |              |        |              |
|--------------------------------|-----------|--------------|--------|--------------|
| MÓDULO                         | N°        | 01           | 02     | 03           |
| CAPAS                          | N°        | 05           | 05     | 05           |
| Golpes por Capa                | N°        | 55           | 55     | 12           |
| Condición Natural              |           | Opt. Humedad | Secado | Opt. Humedad |
| Peso medio húmedo - mo de grs. |           | 11566        | 12104  | 12002        |
| Peso medio                     | grs.      | 7851         | 7851   | 8097         |
| Peso suelo húmedo              | grs.      | 4135         | 4203   | 3605         |
| Volumen del cubo               | c.c.      | 2120         | 2120   | 2108         |
| Densidad húmeda                | grs./c.c. | 1.95         | 2.01   | 1.85         |
| % de Humedad                   | %         | 14.61        | 16.99  | 14.64        |
| Densidad seca                  | grs./c.c. | 1.70         | 1.71   | 1.62         |
| Tamaño                         | N°        | 10           | 12     | 10           |
| Tamaño más suelo húmedo        | grs.      | 274.13       | 243.20 | 249.11       |
| Tamaño más suelo seco          | grs.      | 241.96       | 211.41 | 220.31       |
| Peso de Agua                   | grs.      | 32.17        | 31.68  | 28.80        |
| Peso de arena                  | grs.      | 24.72        | 23.74  | 23.63        |
| Peso suelo seco                | grs.      | 217.24       | 187.67 | 196.86       |
| % de humedad                   | %         | 14.61        | 16.99  | 14.64        |
| Procedimiento                  | %         | 14.61        | 16.99  | 14.64        |

#### % DE EXPANSIÓN 1.39

| Fecha   | Hora  | Tiempo | Dial | Expansión mm. | %    | Dial | Expansión mm. | %    | Dial | Expansión mm. | %    |
|---------|-------|--------|------|---------------|------|------|---------------|------|------|---------------|------|
| 6/6/21  | 10:00 | 0:00   | 0.00 | 0.00          | 0.00 | 0.00 | 0.00          | 0.00 | 0.00 | 0.00          | 0.00 |
| 9/6/21  | 10:00 | 24:00  | 0.79 | 0.79          | 0.62 | 0.52 | 0.52          | 0.72 | 0.94 | 0.94          | 0.74 |
| 10/6/21 | 10:00 | 48:00  | 1.02 | 1.02          | 0.80 | 1.24 | 1.24          | 0.96 | 1.34 | 1.34          | 1.06 |
| 11/6/21 | 10:00 | 72:00  | 1.59 | 1.59          | 1.23 | 1.57 | 1.57          | 1.24 | 1.72 | 1.72          | 1.35 |
| 12/6/21 | 10:00 | 96:00  | 1.64 | 1.64          | 1.25 | 1.79 | 1.79          | 1.41 | 1.83 | 1.83          | 1.46 |

#### PENETRACIÓN

| Penetración |       |        | Carga |           | Dial   |     | Carga Correída |            | CBR     |     | Dial |           | Carga Correída |       | CBR    |   | Dial |    | Carga Correída |   | CBR |        |
|-------------|-------|--------|-------|-----------|--------|-----|----------------|------------|---------|-----|------|-----------|----------------|-------|--------|---|------|----|----------------|---|-----|--------|
| mm.         | Pulg. | Tiempo | Palm. | Kg        | Kilom² |     | Kg             | Kilom²     |         |     | Kg   | Kilom²    |                | Kg    | Kilom² |   |      | Kg | Kilom²         |   | Kg  | Kilom² |
| 0           | 0     | 0      |       | 0         | 0      | 0   | 0              | 0          | 0       | 0   | 0    | 0         | 0              | 0     | 0      | 0 | 0    | 0  | 0              | 0 | 0   |        |
| 0.63        | 0.025 | 30"    |       | 5         | 22     | 1.1 | 3              | 13         | 0.7     |     | 1    | 4         | 0.2            |       |        |   |      |    |                |   |     |        |
| 1.27        | 0.050 | 1"     |       | 9         | 38     | 2.0 | 4              | 18         | 0.9     |     | 2    | 9         | 0.9            |       |        |   |      |    |                |   |     |        |
| 1.90        | 0.075 | 130"   |       | 14        | 61     | 3.2 | 7              | 31         | 1.6     |     | 3    | 13        | 0.7            |       |        |   |      |    |                |   |     |        |
| 2.54        | 0.100 | 2"     | 70    | 17        | 74     | 3.6 | 5.5            | 10         | 44      | 2.3 | 3.2  | 4         | 16             | 0.9   | 1.3    |   |      |    |                |   |     |        |
| 3.17        | 0.125 | 3"     |       | 21        | 92     | 4.7 |                | 13         | 57      | 2.9 |      | 6         | 26             | 1.4   |        |   |      |    |                |   |     |        |
| 3.81        | 0.150 | 4"     | 105   | 24        | 105    | 5.4 |                | 16         | 70      | 3.6 |      | 9         | 39             | 2.0   |        |   |      |    |                |   |     |        |
| 6.08        | 0.200 | 5"     |       | 28        | 122    | 6.3 |                | 19         | 83      | 4.3 |      | 12        | 52             | 2.7   |        |   |      |    |                |   |     |        |
| 7.62        | 0.300 | 6"     | 133   | 31        | 135    | 7.0 |                | 22         | 99      | 5.0 |      | 15        | 66             | 3.4   |        |   |      |    |                |   |     |        |
| 12.16       | 0.400 | 7"     |       | 34        | 149    | 7.7 |                | 25         | 109     | 5.7 |      | 17        | 74             | 3.8   |        |   |      |    |                |   |     |        |
| 12.70       | 0.500 | 8"     | 181   | 37        | 162    | 8.4 |                | 27         | 118     | 6.1 |      | 19        | 83             | 4.3   |        |   |      |    |                |   |     |        |
| ANILLO      |       |        |       | CAPACIDAD | 45 km  |     |                | BOQUECARGA | 4547 b. |     |      | CONSTANTE |                | 19.33 |        |   |      |    |                |   |     |        |

ANILLO : CAPACIDAD 45 kn SOBRECARGA 4547 g. CONSTANTE 18.33

Observaciones : La muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J & C LABORATORIOS

ELITE - GRUPO PAMPA  
Lima, Perú

COLEGIO DE INGENIEROS  
DE PUNO





J & C LABORATORIOS  
J. VARELA PROPIETARIO  
TEL: 022 439 60215 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
SERVICIO DE MEDICIÓN DE SUELOS  
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

### GRAFICO C.B.R.

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

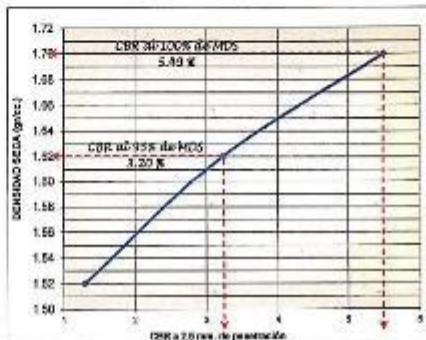
PROCEDENCIA : RM 0-704 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO  
CATEGORIA : C-1, B-1, E-2  
PROFUNDIDAD : 0025 - 01.50 m.

MUESTRA : Suelo Natural + 0% Adición de Polímero  
CAPTEO : 45 kg  
PREPARACIÓN : Saca de Polímero

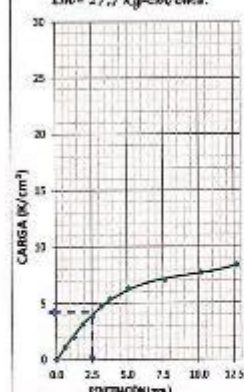
VOLUMEN M.D.S. - D.C.M. Y C.B.R.

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA        | 1.704 g/cc |
| CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA | 14.78 %    |
| CBR AL 95 % DE SU MDS       | 3.20 %     |
| CBR AL 100 % DE SU MDS      | 5.49 %     |

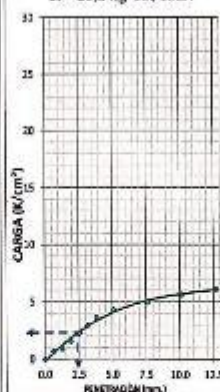
| CLASIFICACION        |        |
|----------------------|--------|
| AASHTO (ASTM D-3282) | A-4(2) |
| SUCS (ASTM D-2487)   | ML     |



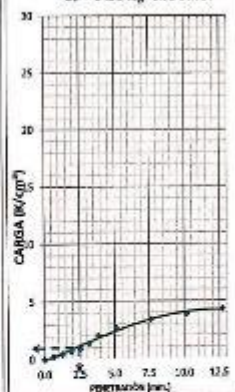
Energía Modificada  
 $E_m = 27.7 \text{ Kg-cm/cm}^2$



Energía Intermedia  
 $E_i = 23.3 \text{ Kg-cm/cm}^2$



Energía Standard  
 $E_s = 6.40 \text{ Kg-cm/cm}^2$



Observaciones : La Muestra fue identificada, clasificada, etiquetada y pesada en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

TEL: 022 439 60215  
J. VARELA



Horacio Neco  
Ingeniero Civil  
M.D.S. - D.C.M. - C.B.R.



J&C LABORATORIOS  
AV. MANA PUEBLO 124  
TEL. 051 81 992211 - PUEBLO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
BRVOCORREDORES DE BUREL  
PUEBLO - MANA PUEBLO

### INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEDIR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DUREZA MÁXIMA EN SURTIENDO DE PRIMITIVOS  
REG. DOS, SUCESO - PUNO  
SOLISTA : DACHLERIS P. MOYEDA, Edwin Fredy y VAQUITA MANA, Hugo Pedro  
FECHA RECIBO : 01 DE JUNIO DEL 2012  
FECHA EMISIÓN : 02 DE JUNIO DEL 2012

ANALISIS :  
FECHA RECIBO :  
FECHA EMISIÓN :

### ENSAYO DE CONSTANTES FISICAS

PROCEDENCIA : CM-D-150 - AC. INDUSTRIAL - SUCESO  
CALCULOS : C-2, M-1, E-2  
PROFUNDIDAD : 30.24 - 01.52 m.

MUESTRA : Suelo Natural + 2 % Adición de Polímero  
CANTIDAD : 45 Kg.  
PRESENTACIÓN : Bazo de Polímero

#### LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 119 ASTM D-4318)

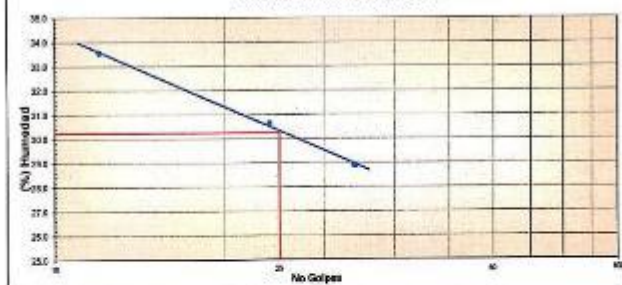
| Prueba No.                           | 01    | 02    | 03    |  |  |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|--|--|
| Tubo No.                             | 54    | 8     | 27    |  |  |
| Peso de la Capsula (gr)              | 23.06 | 22.67 | 24.04 |  |  |
| Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr) | 36.60 | 36.40 | 36.96 |  |  |
| Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)   | 33.64 | 34.76 | 33.94 |  |  |
| Peso del agua (g)                    | 3.06  | 3.71  | 3.02  |  |  |
| Peso del Suelo Seco (gr)             | 10.50 | 12.11 | 9.00  |  |  |
| Contenido de Humedad (%)             | 20.30 | 30.64 | 33.66 |  |  |
| Número de Golpes                     | 24    | 24    | 12    |  |  |

#### LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 ASTM D-4318)

| Tubo No.                             | 8     | 9     |  | PROMEDIO |
|--------------------------------------|-------|-------|--|----------|
| Peso de la Capsula (gr)              | 22.77 | 23.65 |  |          |
| Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr) | 23.89 | 27.72 |  |          |
| Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)   | 23.13 | 26.90 |  |          |
| Peso del Agua (gr)                   | 0.76  | 0.82  |  |          |
| Peso del Suelo Seco (gr)             | 3.36  | 3.31  |  |          |
| Contenido de Humedad (%)             | 22.62 | 22.36 |  | 22.79    |

L.L. : 30.24 L.P. : 22.79 I.P. : 7.66

#### GRÁFICO DE LÍMITE LÍQUIDO



Observaciones : La Muestra fue de remoción, en el punto de la muestra se realizó una prueba de Solidez.

J&C LABORATORIOS

EDWIN FREDY MOYEDA  
C.D. 00000



HUGO PEDRO VAQUITA MANA  
C.D. 00000



J&C LABORATORIOS  
AV. MARUZA Nº 125  
TEL. 051 987018 PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAJON  
TACAYO, AGUSTO Y JAVIERA

### INFORME DE ENSAYO

TEMA : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN GUERASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO

SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Freddy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson

FECHA RECIBIÓ : 01 DE JUNIO DEL 2021 REALIZADO POR : F.J.C.P.

FECHA ENSAYO : 03 DE JUNIO DEL 2021 ING. RESP. LAB : H.O.B.

### RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO) (ASTM - 1557 MTC E 115)

PROCEDENCIA : KM. 0+196 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO

MUESTRA : Suelos Naturales + 2 % Adición de Polímero

CALICATA Nº : C-2, M-1, E-2

CANTIDAD : 45 Kg.

PROFUNDIDAD : 00.00 - 01.00 m.

PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

| Método de Compactación | Número de Golpes | Número de Capas |
|------------------------|------------------|-----------------|
| ASTM D 1557 - C        | 56               | 3               |

#### CALCULO DE DENSIDAD HUMEDAD

|                               |       |       |       |       |       |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. Peso suelo húmedo + anillo | gr    | 6718  | 6852  | 10093 | 10700 |
| 2. Peso del anillo            | gr    | 6800  | 6900  | 6900  | 6900  |
| 3. Volumen del anillo         | cc    | 2122  | 2109  | 2129  | 2129  |
| 4. Peso suelo húmedo          | gr    | 3118  | 3952  | 4363  | 4150  |
| 5. Densidad suelo húmedo      | gr/cc | 1.469 | 1.859 | 1.922 | 1.922 |

#### CALCULO DE HUMEDAD

| GRUPO DE TRATAMIENTO               |    |   |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------------|----|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| S. Capota N°                       |    | 0 | 21     | 30     | 39     | 52     | 43     | 18     | 14     |        |
| 7. Peso del suelo húmedo + capsula | gr |   | 243.12 | 235.15 | 340.06 | 254.84 | 240.41 | 252.46 | 274.54 | 264.11 |
| 8. Peso del suelo seco + capsula   | gr |   | 224.82 | 228.14 | 219.62 | 221.25 | 214.62 | 225.37 | 241.19 | 231.84 |
| 9. Peso del agua                   | gr |   | 18.30  | 10.01  | 22.44  | 23.59  | 25.79  | 27.14  | 33.35  | 32.27  |
| 10. Peso de la capsula             | gr |   | 22.77  | 24.60  | 22.71  | 24.77  | 22.80  | 24.91  | 24.74  | 23.06  |
| 11. Peso del suelo seco            | gr |   | 201.85 | 201.54 | 196.91 | 196.48 | 191.82 | 200.46 | 216.45 | 208.78 |
| 12. Contenido de humedad           | %  |   | 0.17   | 8.39   | 11.40  | 11.42  | 13.41  | 13.54  | 15.36  | 15.40  |
| 13. Promedio de Humedad            | %  |   |        | 8.88   |        | 11.41  |        | 13.48  |        | 15.50  |

#### CALCULO DE DENSIDAD SECA

|                             |       |       |       |       |       |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 13. Densidad seca del suelo | gr/cc | 1.681 | 1.688 | 1.694 | 1.687 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|

|                 |       |       |                |        |
|-----------------|-------|-------|----------------|--------|
| Densidad Máxima | gr/cc | 1.694 | Humedad óptima | 13.65% |
|-----------------|-------|-------|----------------|--------|



Observaciones : La Muestra fue identificada, ensayada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

FELIPE J. CARRASQUIN

ING. CIVIL



Hernan Roca Bulfo

INGENIERO CIVIL

SEP 17 2021





J.A.C. LABORATORIOS  
AV. INDUSTRIAL Nº 123  
TEL. 051 96118118 - PUNO - PERÚ

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO, ASFALTO Y ENLACEADOS

### INFORME DE ENSAYO

|              |                                                                                                                                       |                |          |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------|
| TEMA:        | POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBGRANANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO |                |          |
| SOLICITA:    | BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Freddy y MAQUERA MAMAN, Hugo Nelson                                                                   |                |          |
| FECHA RECEP. | 01 DE JUNIO DEL 2021                                                                                                                  | REALIZADO POR  | F.J.C.P. |
| FECHA ENVÍO  | 08 DE JUNIO DEL 2021                                                                                                                  | REV. RESPALDAR | H.S.B.   |

### ENSAYO C.B.R. (ASTM D-1883)

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

|               |                                    |               |                                           |
|---------------|------------------------------------|---------------|-------------------------------------------|
| PROVENIENCIA: | RM 0780 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO | MUESTRA:      | Suelos Naturales + 2% Adición de Polímero |
| CAUSANTAM:    | C-2, M-1, E-2                      | CANTIDAD:     | 45 Kg.                                    |
| PROFUNDIDAD:  | 0020 - 0150 cm                     | PRESENTACIÓN: | Saco de Polietileno                       |

|                                |    |               |          |               |          |               |          |
|--------------------------------|----|---------------|----------|---------------|----------|---------------|----------|
| VOLÚME                         | N° | 04            |          | 05            |          | 06            |          |
| CAPAS                          | N° | 05            |          | 25            |          | 05            |          |
| Golpes por Capa                | N° | 26            |          | 25            |          | 12            |          |
| Condición Muestra              |    | Opti. Humedad | Saturado | Opti. Humedad | Saturado | Opti. Humedad | Saturado |
| Peso suelo húmedo + molde grs. |    | 12389         | 12382    | 12389         | 12529    | 14324         | 14542    |
| Peso molde grs.                |    | 8225          | 8225     | 8225          | 8225     | 10661         | 10661    |
| Peso suelo húmedo grs.         |    | 4064          | 4157     | 3862          | 4333     | 3983          | 3981     |
| Volumen del suelo c.c.         |    | 2108          | 2106     | 2115          | 2119     | 2123          | 2123     |
| Densidad húmeda g/cc           |    | 1.92          | 1.97     | 1.83          | 1.88     | 1.83          | 1.88     |
| % de Humedad                   |    | 13.62         | 15.72    | 13.75         | 17.33    | 15.78         | 18.17    |
| Densidad seca g/cc             |    | 1.69          | 1.71     | 1.61          | 1.61     | 1.62          | 1.63     |
| Tarso                          | N° | 16            | 22       | 16            | 24       | 12            | 20       |
| Tarso más suelo húmedo grs.    |    | 241.62        | 264.09   | 271.18        | 273.62   | 245.66        | 290.32   |
| Tarso más suelo seco grs.      |    | 215.62        | 248.85   | 241.40        | 238.54   | 218.66        | 247.24   |
| Peso de Agua grs.              |    | 26.00         | 15.14    | 29.75         | 35.08    | 26.90         | 43.08    |
| Peso de tarso grs.             |    | 24.74         | 25.36    | 24.72         | 25.21    | 23.74         | 27.98    |
| Peso suelo seco grs.           |    | 160.88        | 220.69   | 215.78        | 219.43   | 165.22        | 234.66   |
| % de humedad                   |    | 13.62         | 15.72    | 13.75         | 17.33    | 15.78         | 18.17    |
| Promedio Humedad               |    | 13.62         | 15.72    | 13.75         | 17.33    | 15.78         | 18.17    |

#### % DE EXPANSIÓN 1.35

| Fecha   | Hora  | Tiempo | Dial | Expansión |      | Dial | Expansión |      | Dial | Expansión |      |
|---------|-------|--------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
|         |       |        |      | mm        | %    |      | mm        | %    |      | mm        | %    |
| 8/6/21  | 11:45 | 0:00   | 0.00 | 0.00      | 0.00 | 0.00 | 0.00      | 0.00 | 0.00 | 0.00      | 0.00 |
| 9/6/21  | 11:45 | 24:00  | 0.72 | 0.72      | 0.57 | 0.88 | 0.66      | 0.69 | 0.98 | 0.95      | 0.75 |
| 10/6/21 | 11:45 | 48:00  | 0.96 | 0.96      | 0.77 | 1.19 | 1.15      | 0.93 | 1.32 | 1.12      | 1.04 |
| 11/6/21 | 11:45 | 72:00  | 1.51 | 1.51      | 1.19 | 1.51 | 1.61      | 1.19 | 1.99 | 1.66      | 1.33 |
| 12/6/21 | 11:45 | 96:00  | 1.59 | 1.59      | 1.25 | 1.72 | 1.72      | 1.35 | 1.91 | 1.54      | 1.45 |

#### PENETRACIÓN

| Penetración |       |        | Carga | Dial | Carga Corrección |       | CBR | Dial | Carga Corrección |       | CBR | Dial | Carga Corrección |       | CBR |
|-------------|-------|--------|-------|------|------------------|-------|-----|------|------------------|-------|-----|------|------------------|-------|-----|
| mm.         | Pulg. | Tiempo |       |      | Kg               | K/cm² |     |      | Kg               | K/cm² |     |      | Kg               | K/cm² |     |
| 0           | 0     | 0      | 0     | 0    | 0                | 0     | 0   | 0    | 0                | 0     | 0   | 0    | 0                | 0     | 0   |
| 5.03        | 0.025 | 30"    | 6     | 28   | 1.4              | 4     | 18  | 0.9  | 3                | 13    | 0.7 | 4    | 18               | 0.9   | 0.2 |
| 1.27        | 0.050 | 1'     | 11    | 44   | 2.5              | 7     | 31  | 1.6  | 5                | 22    | 1.1 | 13   | 58               | 4.3   | 0.7 |
| 1.90        | 0.075 | 1'30"  | 19    | 83   | 4.3              | 10    | 44  | 2.3  | 8                | 35    | 1.8 | 23   | 104              | 7.8   | 1.1 |
| 2.54        | 0.100 | 2'     | 24    | 105  | 5.4              | 14    | 61  | 3.2  | 4.5              | 8     | 35  | 1.8  | 23               | 104   | 7.8 |
| 3.17        | 0.125 | 3'     | 26    | 122  | 6.3              | 16    | 70  | 3.9  | 12               | 54    | 2.3 | 26   | 118              | 8.8   | 2.3 |
| 3.81        | 0.150 | 4'     | 31    | 135  | 7.2              | 19    | 83  | 4.3  | 13               | 57    | 2.9 | 29   | 131              | 9.8   | 2.9 |
| 5.08        | 0.200 | 5'     | 36    | 153  | 7.9              | 23    | 101 | 5.2  | 15               | 68    | 3.4 | 33   | 148              | 11.1  | 3.4 |
| 7.62        | 0.300 | 8'     | 41    | 175  | 9.3              | 29    | 127 | 6.5  | 22               | 87    | 4.5 | 37   | 168              | 12.6  | 4.5 |
| 10.16       | 0.400 | 7'     | 44    | 182  | 9.6              | 31    | 135 | 7.3  | 23               | 101   | 5.2 | 37   | 168              | 12.6  | 5.2 |
| 12.70       | 0.500 | 8'     | 44    | 182  | 9.6              | 31    | 135 | 7.3  | 23               | 101   | 5.2 | 37   | 168              | 12.6  | 5.2 |

ANILLO: CAPACIDAD 45 kn SOBRECARGA 4547 g. COMBINANTE 18.33

Observaciones: La muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J.A.C. LABORATORIOS

TEL. 051 96118118

San Sebastián



Hermano Nolasco Balleza

INGENIERO DE CIVIL

Q. 00118118



J & C - LABORATORIOS  
SR. MANUEL PÉREZ P. 12  
TEL: 051 921115 - PUNO - PERÚ

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO, ASFALTO Y FORMASIONES

### GRAFICO C.B.R.

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROVENIENCIA : KM 0750 - Av. INDUSTRIAL - SALCEDO  
CALCULOS : C-2, M-1, E-2  
PROFUNDIDAD : 00.20 - 0' 50 v.

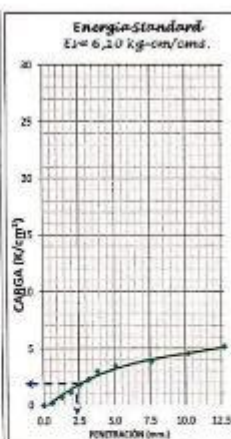
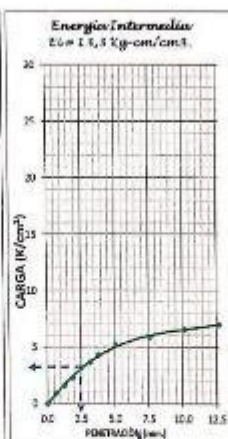
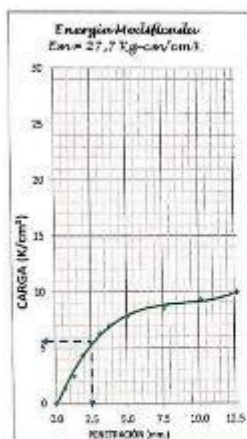
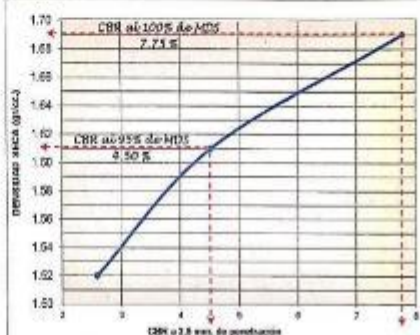
MUESTRA : Suelos Naturales + 2 % Adición de Polímero  
CANTIDAD : 45 Kg.  
PRESENTACIÓN : Bazo de Polietileno

VALORES M.D.S.-D.C.E. Y C.B.R.

|                             |               |
|-----------------------------|---------------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA        | 1.694 g/cclo. |
| CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA | 13.65 %       |
| CBR AL 95 % DE SU MDS       | 4.50 %        |
| CBR AL 100 % DE SU MDS      | 7.75 %        |

#### CLASIFICACION

|                       |        |
|-----------------------|--------|
| AASHUTO (ASTM D-3282) | A-4(2) |
| SUCS (ASTM D-2497)    | ML     |



Observaciones : La Muestra fue verificada, manipulada, el quince y quince en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

MANUEL PÉREZ P. 12

TEL: 051 921115

PUNO - PERÚ



MANUEL PÉREZ P. 12

TEL: 051 921115

PUNO - PERÚ



**J&C LABORATORIOS**  
EL AVANCE PROYECTO  
TEL: 021 45 0001 - 0000

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
INSTRUMENTACIÓN DE MATERIALES  
CONSTRUCCIÓN AMPLIADA

### INFORME DE ENSAYO

**TEMA :** POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEDIR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBSTRATO DE PAPELONADO  
**SIGLOS, SAUCES - PUNO**

**INSTRUMENTOS :** BALANZAS PRECISIÓN, Cálculo, Hoja y lápiz  
**FECHA PREP. :** 01 DE JUNIO DEL 2021  
**FECHA ENTREGA :** 02 DE JUNIO DEL 2021

**ELABORADO POR :** J. A. C.  
**REVISADO POR :** J. A. C.

### ENSAYO DE CONSTANTES FÍSICAS

**PROCESO :** RM, D-750 - A, INDUSTRIAL - SAUCES  
**CATEGORÍA :** C-2, M-1, E-2  
**PROCESO :** 00-20 - 01.50 m

**MUESTRA :** Suelos Naturales + 4 % Adición de Polímero  
**CANTIDAD :** 45 kg.  
**PRESENTACIÓN :** Saco de Polietileno

#### LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 118 ASTM D - 4318)

| Prueba No.                           | 81    | 82    | 83    |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|
| Tamaño No.                           | 11    | 18    | 4     |
| Peso de la Capsula (gr)              | 22.83 | 24.72 | 23.00 |
| Peso de la Capsula+Suelo Húmedo (gr) | 37.43 | 37.21 | 37.10 |
| Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)   | 34.12 | 34.26 | 33.87 |
| Peso del agua (gr)                   | 3.21  | 3.03  | 3.23  |
| Peso del Suelo Seco (gr)             | 11.29 | 9.58  | 9.87  |
| Contenido de Humedad (%)             | 29.32 | 30.85 | 32.40 |
| Número de Golpes                     | 32    | 33    | 12    |

#### LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 ASTM D - 4318)

| Tamaño No.                           | 8     | 17    | PROMEDIO |
|--------------------------------------|-------|-------|----------|
| Peso de la Capsula (gr)              | 22.87 | 22.82 |          |
| Peso de la Capsula+Suelo Húmedo (gr) | 28.13 | 28.54 |          |
| Peso de la Capsula+Suelo Seco (gr)   | 27.12 | 27.43 |          |
| Peso del Agua (gr)                   | 1.01  | 1.08  |          |
| Peso del Suelo Seco (gr)             | 4.46  | 4.07  |          |
| Contenido de Humedad (%)             | 22.73 | 22.99 | 22.84    |

**LL. :** 30.12    **LP. :** 22.84    **IP. :** 7.28



Observaciones : La muestra fue identificada, etiquetada, almacenada y se entregó al Personal de Laboratorio.

J&C LABORATORIOS

FELPE, J. A. C.

02/06/2021



Herman R. C. Balleza

02/06/2021





**J&C - LABORATORIOS**  
R. MAMET, 17911P (1)  
TEL. 01 41 52115 - 1000 - 1000

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
SERVICIO DE MEDICIÓN DE SUELOS  
CONCRETO, ASFALTO Y MATERIAS

### INFORME DE ENSAYO

**TEMA:** POLÍMERO ADESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO  
**SOLICITANTE:** INGENIEROS: PINO P. NEBA, EMMY P. FOLY y MAQUERA MANAYU Hugo Nelson  
**FECHA RECEP:** 01 DE JUNIO DEL 2021  
**FECHA ENSAYO:** 04 DE JUNIO DEL 2021  
**REALIZADO POR:** F.J.C.P.  
**ING. RESP. LAB:** H. R. E.

### RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO) (ASTM - 1557 MTC E 115)

**PROVENIENCIA:** KM. 01700 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO  
**CAJUELA N°:** D-2, M-1, E-2  
**PROFUNDIDAD:** 0300 - 0150 cm  
**MUESTRA:** Suelta Natural + 4 % Adición de Polímero  
**CANTIDAD:** 45 Kg.  
**PRESENTACIÓN:** Saca de Polietileno

| Método de Compactación | Número de Golpes | Número de Capas |
|------------------------|------------------|-----------------|
|                        | 95               | 5               |

### CÁLCULO DE DENSIDAD HUMEDAD

|                               |      |       |       |       |       |
|-------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. Peso suelta húmeda + molde | gr   | 9531  | 6952  | 10062 | 70506 |
| 2. Peso del molde             | gr   | 6530  | 6300  | 6000  | 6000  |
| 3. Volumen del molde          | cc   | 2126  | 2126  | 2126  | 2126  |
| 4. Peso suelta húmeda         | gr   | 3621  | 3852  | 4062  | 4256  |
| 5. Densidad suelta húmeda     | g/cc | 1.704 | 1.807 | 1.906 | 1.995 |

### CÁLCULO DE HUMEDAD

|                                   | 25 | 24     | 23     | 22     | 20     | 28     | 33     |
|-----------------------------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 6. Capela M°                      |    |        |        |        |        |        |        |
| 7. Peso de suelta húmeda + capela | gr | 226.22 | 210.52 | 192.52 | 144.20 | 178.16 | 188.08 |
| 8. Peso de suelta seca + capela   | gr | 181.02 | 176.87 | 146.82 | 132.85 | 155.96 | 161.41 |
| 9. Peso de agua                   | gr | 45.20  | 33.65  | 45.70  | 11.35  | 22.20  | 26.67  |
| 10. Peso de la capela             | gr | 20.65  | 22.21  | 23.67  | 23.16  | 25.32  | 22.65  |
| 11. Peso de suelta seca           | gr | 160.37 | 154.66 | 123.15 | 109.69 | 130.64 | 138.76 |
| 12. Contenido de humedad          | %  | 6.10   | 8.46   | 13.86  | 13.87  | 13.63  | 15.81  |
| 13. Promedio de Humedad           | %  | 5.78   |        | 10.83  |        | 13.87  | 14.85  |

### CÁLCULO DE DENSIDAD SECA

|                             |      |       |       |       |       |
|-----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| 13. Densidad seca del suelo | g/cc | 1.694 | 1.833 | 1.680 | 1.667 |
|-----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|

|                 |      |       |                |        |
|-----------------|------|-------|----------------|--------|
| Densidad Máxima | g/cc | 1.680 | Humedad óptima | 13.57% |
|-----------------|------|-------|----------------|--------|



**Observaciones:** La Muestra fue recibida, manteniendo, etiquetada y sujeta en laboratorio por el Personal de Laboratorio.

**FEPE / INVESTIGACIÓN**  
L.O. 01/05/2021

**Herman Puma-Balboa**  
INGENIERO CIVIL



**J&C - LABORATORIOS**  
 EL MANTEL NEGRO Nº 120  
 TEL. (01) 861 82215 - PUNO - PERÚ

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

## INFORME DE ENSAYO

|                |                                                                                                                                     |                   |          |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------|
| TERMS :        | POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBGRANTE DE PAVIMENTOS RIGIDOS, SALCEDO - PUNO |                   |          |
| SOLICITANTE :  | DAGILLERES PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUETA MAMAR, Hugo Nelson                                                                    |                   |          |
| FECHA RECEP. : | 01 DE JUNIO DEL 2021                                                                                                                | SALICADO POR :    | F.J.C.P. |
| FECHA ENSAYO : | 06 DE JUNIO DEL 2021                                                                                                                | IMP. REGISTRADO : | U. G. D. |

ENSAYO C. B. R.  
(ASTM D-1003)

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

|             |                                         |              |                                              |
|-------------|-----------------------------------------|--------------|----------------------------------------------|
| PROXIMIDAD  | : KM. 0+700 - AV. INDUSTRIAL - GALICEDO | MUESTRA      | : Suelos Naturales + 4 % Adición de Polímero |
| CALCATA Nº  | : C-2, M-1, C-2                         | CANTIDAD     | : 45 Kg.                                     |
| PROFUNDIDAD | : 00.29 - 01.02 m.                      | PRESENTACIÓN | : Baco de Polietileno                        |

| MOLDE                          | N°            | 07       | 08            | 09       |
|--------------------------------|---------------|----------|---------------|----------|
| CAPAS                          | N°            | 08       | 05            | 06       |
| Golpes por Caca                | N°            | 56       | 25            | 12       |
| Cantidad Muestral              | Opti. Humedad | Saturado | Opti. Humedad | Saturado |
| Peso suelo húmedo + molde gra. |               | 12042    | 11890         | 11806    |
| Peso molde                     | grs.          | 8212     | 8012          | 8241     |
| Peso suelo húmedo              | grs.          | 4230     | 4115          | 3564     |
| Volumen del suelo              | c.c.          | 2119     | 2119          | 2121     |
| Densidad húmeda                | gr/cc.        | 1.90     | 1.94          | 1.81     |
| % de humedad                   | %             | 12.37    | 14.90         | 13.67    |
| Densidad seca                  | gr/cc.        | 1.69     | 1.69          | 1.51     |
| Taro                           | N°            | 49       | 44            | 25       |
| Taro más suelo húmedo          | grs.          | 216.93   | 252.51        | 197.74   |
| Taro más suelo seco            | grs.          | 196.79   | 225.76        | 205.34   |
| Peso de Agua                   | grs.          | 22.64    | 27.15         | 24.96    |
| Peso de taro                   | grs.          | 24.91    | 23.65         | 22.67    |
| Peso suelo seco                | grs.          | 170.88   | 134.78        | 162.57   |
| % de humedad                   | %             | 13.37    | 14.90         | 13.67    |
| Porendad húmedad               | %             | 13.37    | 14.90         | 13.67    |

|               |      |
|---------------|------|
| % DE EXPANSIÓ | 1.32 |
|---------------|------|

| Fecha    | Hora  | Tiempo | Dial | Expansión |      | Dial | Expansión |      | Dial | Expansión |      |
|----------|-------|--------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
|          |       |        |      | mm.       | %    |      | mm.       | %    |      | mm.       | %    |
| 05/02/11 | 02:00 | 0.00   | 0.00 | 0.00      | 0.00 | 0.00 | 0.00      | 0.00 | 0.00 | 0.00      | 0.00 |
| 06/02/11 | 02:00 | 24.00  | 0.69 | 0.69      | 0.64 | 0.85 | 0.85      | 0.67 | 0.82 | 0.82      | 0.73 |
| 10/05/11 | 02:00 | 48.00  | 0.94 | 0.94      | 0.74 | 1.17 | 1.17      | 0.92 | 1.30 | 1.02      | 0.80 |
| 11/05/11 | 02:00 | 72.00  | 1.49 | 1.49      | 1.17 | 1.43 | 1.49      | 1.17 | 1.65 | 1.65      | 1.30 |
| 12/05/11 | 02:00 | 96.00  | 1.65 | 1.65      | 1.22 | 1.68 | 1.68      | 1.32 | 1.79 | 1.79      | 1.40 |

## PENETRACIÓN

| Penetración |       |        | Carga  | Dial               | Carga Correída |                      | CBR | Dial      | Carga Correída |                   | CBR |
|-------------|-------|--------|--------|--------------------|----------------|----------------------|-----|-----------|----------------|-------------------|-----|
| mm.         | Pulg. | Tiempo | Póndrn | g                  | Kg             | K/cm <sup>2</sup>    |     | g         | Kg             | K/cm <sup>2</sup> |     |
| 0           | 0     | 0      |        | 0                  | 0              | 0                    |     | 0         | 0              | 0                 |     |
| 0.63        | 0.025 | 30"    |        | 7                  | 31             | 1.9                  |     | 4         | 18             | 0.9               |     |
| 1.27        | 0.050 | 1'     |        | 11                 | 46             | 2.5                  |     | 7         | 31             | 1.8               |     |
| 1.90        | 0.075 | 1'30"  |        | 20                 | 87             | 4.5                  |     | 12        | 52             | 2.7               |     |
| 2.54        | 0.100 | 2'     | 70     | 27                 | 116            | 6.1                  | 8.7 | 16        | 70             | 3.6               | 12  |
| 3.17        | 0.125 | 3'     |        | 31                 | 136            | 7.0                  |     | 19        | 83             | 4.3               |     |
| 3.81        | 0.150 | 4'     | 195    | 35                 | 153            | 7.9                  |     | 22        | 96             | 5.0               |     |
| 5.08        | 0.200 | 5'     |        | 39                 | 170            | 8.8                  |     | 26        | 114            | 5.9               |     |
| 7.62        | 0.300 | 6'     | 133    | 42                 | 184            | 9.5                  |     | 30        | 131            | 6.6               |     |
| 10.16       | 0.400 | 7'     |        | 46                 | 201            | 10.4                 |     | 33        | 144            | 7.5               |     |
| 12.70       | 0.500 | 8'     | 191    | 49                 | 214            | 11.1                 |     | 37        | 162            | 8.4               |     |
| ANILLO      |       |        |        | CAPACIDAD - 45 km. |                | SOLRECARGA - 4547 g. |     | CONSTANTE |                | 19.33             |     |

Observaciones : La Muestra Es Identificada, rotulada, etiquetada y puesta en Laboratorio por el Personal de Laboratorio.

SECRET


 DEPARTMENT OF THE INTERIOR  
 BUREAU OF LAND MANAGEMENT  
 WASHINGTON, D. C. 20080



**J&C - LABORATORIOS**  
 DR. PABLO VASCONI 123  
 TEL: 021 801 62115 - P. 402 - PERÚ

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
 MEDICIONES DE FUELO  
 CONCRETO ARMADO Y PAVIMENTOS

### GRAFICO C.B.R.

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

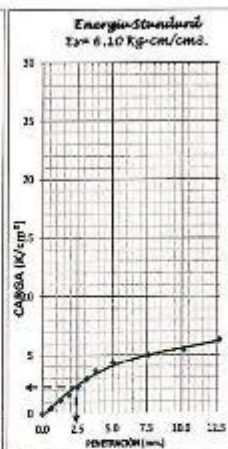
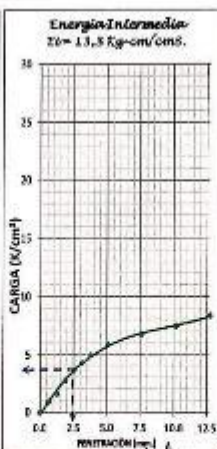
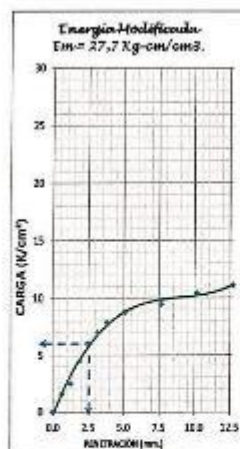
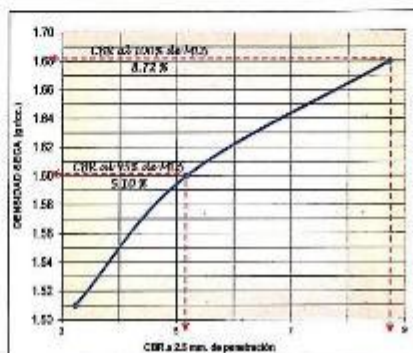
|             |                                        |              |                                            |
|-------------|----------------------------------------|--------------|--------------------------------------------|
| PROYECCIÓN  | : KIL 04750 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO | MUESTRA      | : Suelos Natural + 4 % Adición de Polímero |
| CALCATA N°  | : C-2, M-1, E-2                        | CANTIDAD     | : 45 Kg.                                   |
| PROFUNDIDAD | : 0.25 - 0.50 m.                       | PRESENTACIÓN | : Saco de Polibiteno                       |

#### VALORES M. D. S. - O. C. B. Y C. B. R.

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA        | 1.600 g/cc |
| CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA | 15.57 %    |
| CBR AL 65 % DE SU MDS       | 5.10 %     |
| CBR AL 100 % DE SU MDS      | 8.72 %     |

#### CLASIFICACION

|                      |        |
|----------------------|--------|
| AASHTO (ASTM D-3282) | A-4(2) |
| USCS (ASTM D-2487)   | ML     |



Observaciones: La Muestra ha sido identificada, preparada, etiquetada y guardada en laboratorio por el Personal de Laboratorio.

J&C LABORATORIOS

TRUJILLO, PERÚ



JOSEAN BACA  
 INGENIERO CIVIL





**J&C LABORATORIOS**  
R. RAMÍREZ PÉREZ  
SOLIS, RIVERA - RIVERA

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
SERVICIO DE ANÁLISIS DE SUELOS  
CAPACIDAD, PLASTICIDAD Y HUMEDAD

### INFORME DE ENSAYO

**TESIS :** PUNTEO ADECUADO NATURAL PARA MEDIR LA CANTIDAD DE SOORTE Y DEMORAS MÁXIMA EN SUPERFICIE DE PAVIMENTOS  
**UBICACIÓN:** RIVERA, SALCEDO - PUERTO

**ENCARGADO:** DR. BLANCA FLORES, Cabello Trujillo y MACQUELINA MAMANI, Inga Ribera  
**FECHA:** 01 DE JUNIO DEL 2011  
**FECHA DE ENTREGA:** 01 DE JUNIO DEL 2011

**ENCARGADO POR:** M. RAMÍREZ  
**FECHA:** 01 DE JUNIO DEL 2011

### ENSAYO DE CONSTANTES FÍSICAS

**PROCESO:** 04.0150 - M. INDUSTRIAL - SUELOS  
**CAUSAS:** 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 1.9  
**PROCESO:** 30.20 - 31.50 m.

**MUESTRA:** Suelo Natural + 8 % Adición de Polímero  
**CANTIDAD:** 45 Kg.  
**PREPARACIÓN:** Saca de Polímero

#### LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 911 ASTM D - 4358)

| Prueba No.                             | 01    | 02    | 03    |  |  |
|----------------------------------------|-------|-------|-------|--|--|
| Título No.                             | 23    | 40    | 30    |  |  |
| Peso de la Capsula (gr)                | 22.13 | 24.17 | 25.62 |  |  |
| Peso de la Capsula + Suelo Humedo (gr) | 36.79 | 37.88 | 38.26 |  |  |
| Peso de la Capsula + Suelo Seco (gr)   | 30.25 | 34.25 | 36.24 |  |  |
| Peso del Agua (gr)                     | 3.53  | 2.83  | 3.15  |  |  |
| Peso del Suelo Seco (gr)               | 15.07 | 9.34  | 3.72  |  |  |
| Coeficiente de Humedad (%)             | 29.75 | 30.30 | 30.41 |  |  |
| Número de Golpes                       | 25    | 22    | 11    |  |  |

#### LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 911 ASTM D - 4358)

| Prueba No.                             | 12    | 15    |  |  | PROMEDIO |
|----------------------------------------|-------|-------|--|--|----------|
| Peso de la Capsula (gr)                | 24.00 | 22.05 |  |  |          |
| Peso de la Capsula + Suelo Humedo (gr) | 29.17 | 25.64 |  |  |          |
| Peso de la Capsula + Suelo Seco (gr)   | 24.35 | 25.62 |  |  |          |
| Peso del Agua (gr)                     | 0.82  | 0.82  |  |  |          |
| Peso del Suelo Seco (gr)               | 2.87  | 3.58  |  |  |          |
| Coeficiente de Humedad (%)             | 22.34 | 25.00 |  |  | 22.60    |

L.L. : 29.82

L.P. : 22.60

L.P. : 7.13

#### GRÁFICO DE LÍMITE LÍQUIDO

Observaciones : La muestra fue sometida, mediante el método de liquidación por el Personal de laboratorio.

J&C LABORATORIOS

RECEPCIÓN

LAB. J&C

RECEPCIÓN

LAB. J&C



**J&C - LABORATORIOS**  
B. MARTEL PRO P 133  
TEL: 06.7045511 - 7340-7550

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
DEPARTAMENTO DE MECÁNICA DE SUELOS  
COMERCIO, ASISTENTE Y ENVÍO

**INFORME DE ENSAYO**

**TEST:** POLÍMERO ADHESIVO NATURAL, PARA MEDIR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUÑO

**SOLICITA:** BACHILLERES PEROPIEDA, Edna Prada y MACUORA MAMANI, Hugo Nelson

**FECHA RECEP:** 01 DE JUNIO DEL 2021 **REALIZADO POR:** F.J.C.P.

**FECHA ENSAYO:** 04 DE JUNIO DEL 2021 **ING. RESP. LAB:** H.R.B.

**RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO)**  
(ASTM - 1557 MTC E 115)

**PROVENIENCIA:** KM 2+750 - VÍA INDUSTRIAL - SALCEDO **MUESTRA:** Suelo Natural + 6% Adhesivo Polimérico

**CALCATA N°:** C-2 M-1, E-2 **CANTIDAD:** 45 Kg.

**PROFUNDIDAD:** 00.30 - 01.00 m. **PRESENTACIÓN:** Saca de Polietileno

| Método de Compactación | Número de Golpes | Número de Capas |
|------------------------|------------------|-----------------|
|                        | 55               | 5               |

**CÁLCULO DE DENSIDAD HUMEDAD**

|                              | 1     | 2     | 3     | 4     |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 1. Peso suelo húmedo + molde | 9817  | 9823  | 9896  | 9650  |
| 2. Peso del molde            | 6500  | 5903  | 6500  | 5900  |
| 3. Volumen del molde         | 2125  | 2125  | 2125  | 2125  |
| 4. Peso suelo + molde        | 3217  | 3920  | 3396  | 3750  |
| 5. Densidad suelo húmedo     | 1.609 | 1.800 | 1.579 | 1.800 |

**CÁLCULO DE HUMEDAD**

|                                 | 1      | 2      | 3      | 4      |
|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| 6. Capa N°                      | 14     | 7      | 15     | 30     |
| 7. Peso del suelo húmedo + capa | 205.82 | 205.30 | 216.32 | 224.89 |
| 8. Peso del suelo seco + capa   | 194.92 | 193.26 | 197.27 | 196.25 |
| 9. Peso del agua                | 10.90  | 12.04  | 19.05  | 28.64  |
| 10. Peso de la muestra          | 23.08  | 23.05  | 24.72  | 25.64  |
| 11. Peso del suelo seco         | 171.24 | 173.22 | 172.75 | 168.25 |
| 12. Contenido de humedad        | 6.00   | 6.84   | 10.51  | 13.71  |
| 13. Promedio de humedad         | 8.80   | 13.40  | 12.73  | 15.66  |

**CÁLCULO DE DENSIDAD SECA**

|                            | 1     | 2     | 3     | 4     |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|
| 13. Densidad seca de suelo | 1.580 | 1.812 | 1.565 | 1.515 |

**Densidad Máxima** 1.671 **Humedad óptima** 13.34%



**Observaciones:** La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y depositada en laboratorio por el Personal de Laboratorio.

J&C LABORATORIOS

FECHA: 04/06/2021



Hernán Neco Zúñiga

INGENIERO CIVIL

00000000000000000000



**JSC - LABORATORIOS**  
B. MANUELITO P. L. S.  
100 F. DEL 901 62015 - PUÑO - PERÚ

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

### INFORME DE ENSAYO

**TEMA :** POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUÑO

**SOLICITA :** BACHILLERES: PINO PIMENTA, Edwin Freddy y MAQUERA MANANI, Hugo Nelson

**FECHA RECIBIR :** 01 DE JUNIO DEL 2021 **REALIZADO POR :** F. J. C. P.

**FECHA EMISIÓN :** 08 DE JUNIO DEL 2021 **ING. RESP. LAB :** H. R. B.

### ENSAYO C. B. R. (ASTM D-1883)

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

**Procedencia :** KM. 0+700 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO **MUESTRA :** Suelos Naturales + 5% Adición de Polímero

**CAVIGATAP :** C-2, M-1, E-2 **CANTIDAD :** 45 Kg.

**Procedencia :** 00x20 - 0150 m. **Representación :** Saca de Polieléctrico

| MOLDE                         | Nº           | 01       | 02           | 03       |
|-------------------------------|--------------|----------|--------------|----------|
| CAPAS                         | Nº           | 05       | 05           | 05       |
| Grosor por Capa               | Nº           | 05       | 05           | 05       |
| Gravimétrico Muestra          |              |          |              |          |
|                               | Opt. Humedad | Saturado | Opt. Humedad | Saturado |
| Peso suelo húmedo + molde gr. | 11009        | 11008    | 11009        | 12054    |
| Peso molde                    | 7551         | 7551     | 8007         | 8007     |
| Peso suelo húmedo             | 3458         | 3457     | 3002         | 3957     |
| Volumen del suelo             | 2130         | 2130     | 2106         | 2109     |
| Densidad húmeda               | 1.62         | 1.64     | 1.40         | 1.88     |
| % de Humedad                  | 13.42        | 15.71    | 13.34        | 16.07    |
| Densidad seca                 | 1.67         | 1.68     | 1.59         | 1.60     |
| Tamaño                        | 24           | 24       | 27           | 27       |
| Tamaño más suelo húmedo       | 199.49       | 219.71   | 213.80       | 231.95   |
| Tamaño más suelo seco         | 170.62       | 180.24   | 181.86       | 201.84   |
| Peso de Agua                  | 28.86        | 28.47    | 22.95        | 29.11    |
| Peso de tierra                | 23.21        | 24.74    | 24.94        | 23.05    |
| Peso suelo seco               | 100.41       | 100.00   | 106.74       | 170.59   |
| % de humedad                  | 13.42        | 15.71    | 13.34        | 16.07    |
| Procedencia Humedad           | 13.42        | 15.71    | 13.34        | 16.07    |

#### % DE EXPANSIÓN

| Fecha | Hora  | Tiempo | Dial | Expansión |      | Dial | Expansión |      | Dial | Expansión |      |
|-------|-------|--------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
|       |       |        |      | mm.       | %    |      | mm.       | %    |      | mm.       | %    |
| 06/01 | 04:30 | 0:00   | 0.00 | 0.00      | 0.00 | 0.00 | 0.00      | 0.00 | 0.00 | 0.00      | 0.00 |
| 06/01 | 04:30 | 24:00  | 0.02 | 0.02      | 0.49 | 0.78 | 0.78      | 0.41 | 1.50 | 1.50      | 1.22 |
| 10/01 | 04:30 | 48:00  | 1.30 | 1.05      | 0.85 | 1.40 | 1.40      | 1.13 | 2.12 | 2.12      | 1.57 |
| 11/01 | 04:30 | 72:00  | 1.34 | 1.34      | 1.90 | 2.00 | 2.00      | 1.00 | 2.78 | 2.78      | 2.19 |
| 12/01 | 04:30 | 96:00  | 0.49 | 0.49      | 0.38 | 2.32 | 2.32      | 1.83 | 2.88 | 2.88      | 2.28 |

#### PENETRACIÓN

| Penetración |       |        | Carga     | Dial  | Carga Correída |           | CBR    | Dial | Carga Correída |      | CBR   | Dial | Carga Correída |      | CBR |
|-------------|-------|--------|-----------|-------|----------------|-----------|--------|------|----------------|------|-------|------|----------------|------|-----|
| mm.         | Pulg. | Tiempo |           |       | Kg             | Kcm²      |        |      | Kg             | Kcm² |       |      | Kg             | Kcm² |     |
| 0           | 0     | 0      | 0         | 0     | 0              | 0         | 0      | 0    | 0              | 0    | 0     | 0    | 0              | 0    | 0   |
| 0.03        | 0.005 | 30"    | 6         | 28    | 1.4            | 3         | 12     | 0.7  | 2              | 8    | 0.5   | 3    | 8              | 0.5  | 0.5 |
| 1.27        | 0.050 | 1"     | 11        | 48    | 2.5            | 6         | 25     | 1.4  | 4              | 18   | 0.9   | 4    | 18             | 0.9  | 0.9 |
| 1.93        | 0.075 | 1.50"  | 18        | 79    | 4.1            | 10        | 44     | 2.5  | 6              | 28   | 1.4   | 6    | 28             | 1.4  | 1.4 |
| 2.54        | 0.100 | 2"     | 23        | 120   | 5.2            | 7.4       | 35     | 66   | 3.4            | 4.8  | 9     | 36   | 2.0            | 2.9  | 2.9 |
| 3.17        | 0.125 | 3"     | 27        | 119   | 5.1            | 18        | 79     | 4.1  | 12             | 52   | 2.7   | 12   | 52             | 2.7  | 2.7 |
| 3.81        | 0.150 | 4"     | 33        | 140   | 7.2            | 21        | 90     | 4.7  | 14             | 61   | 3.2   | 14   | 61             | 3.2  | 3.2 |
| 5.08        | 0.200 | 5"     | 39        | 157   | 8.1            | 24        | 106    | 5.4  | 16             | 70   | 3.8   | 16   | 70             | 3.8  | 3.8 |
| 7.62        | 0.300 | 6"     | 41        | 179   | 9.3            | 27        | 118    | 6.1  | 19             | 83   | 4.3   | 19   | 83             | 4.3  | 4.3 |
| 10.16       | 0.400 | 7"     | 46        | 201   | 12.4           | 28        | 127    | 6.6  | 21             | 92   | 4.7   | 21   | 92             | 4.7  | 4.7 |
| 12.70       | 0.500 | 8"     | 51        | 223   | 11.0           | 31        | 135    | 7.0  | 25             | 109  | 5.7   | 25   | 109            | 5.7  | 5.7 |
| ANILLO      |       |        | CAPACIDAD | 45 en |                | SUBPRUEBA | 4547 g |      |                |      | 18.33 |      |                |      |     |

Observaciones : La Muestra fue identificada, medido, etiquetado y guardado en laboratorio por el Personal de Laboratorio.

JSC LABORATORIOS

FECHA DE EMISIÓN



Hermano N. N. N. N.





**J&C - LABORATORIOS**  
ANÁLISIS Y ENSAYOS DE SUELOS  
TEL: 011 981 99 00 11 - 981 99 00 12

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
ANÁLISIS Y ENSAYOS DE SUELOS  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

### GRÁFICO C.B.R.

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

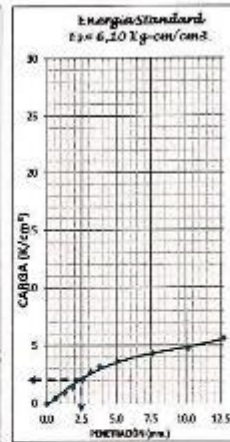
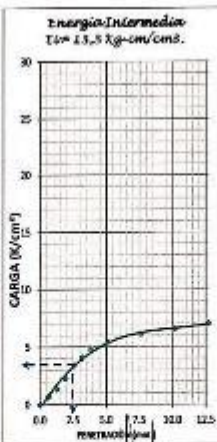
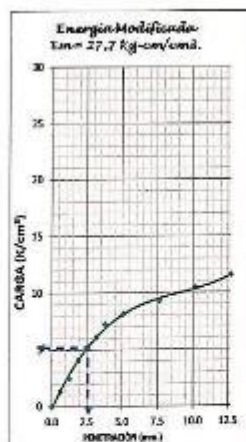
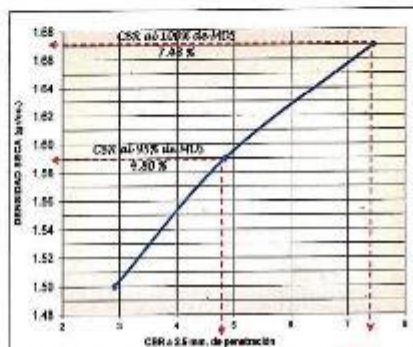
|               |                                       |                |                                             |
|---------------|---------------------------------------|----------------|---------------------------------------------|
| PROYECTO :    | KM 0+750 - AV. INDUSTRIAL - S.A. CREO | MUESTRA :      | Suelo Natural + 6 % Adición de Poliestireno |
| DISEÑO :      | C-2, M-1, E-2                         | CANTIDAD :     | 45 Kg.                                      |
| PROFUNDIDAD : | 00.20 - 01.50 m.                      | PRESENTACIÓN : | Seco de Poliestireno                        |

#### VALORES M.D.S. - O.C.N. Y C.B.R.

|                             |                         |
|-----------------------------|-------------------------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA        | 1.571 g/cm <sup>3</sup> |
| CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA | 13.24 %                 |
| CBR AL 95 % DE SU MDS       | 4.80 %                  |
| CBR AL 100 % DE SU MDS      | 7.43 %                  |

#### CLASIFICACION

|                     |        |
|---------------------|--------|
| ASHTO (ASTM-D-3282) | A-4(2) |
| USCS (ASTM-D-2487)  | ML     |



Observaciones : La Muestra fue identificada, registrada, etiquetada y preservada en laboratorio por el Personal de Laboratorio.

J&C LABORATORIOS

ANÁLISIS Y ENSAYOS DE SUELOS  
LIT. ZULEY

Ing. Juan Carlos Zuley  
Firma del Responsable



JAC - LABORATORIOS  
BL. INDUSTRIAL PISO 5  
TEL: 071 481 0218 - PAGO: 19801

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
SOLIMED COMERCIAL DE CALLES  
CALLE 1014 - PAGO: 19801

### INFORME DE ENSAYO

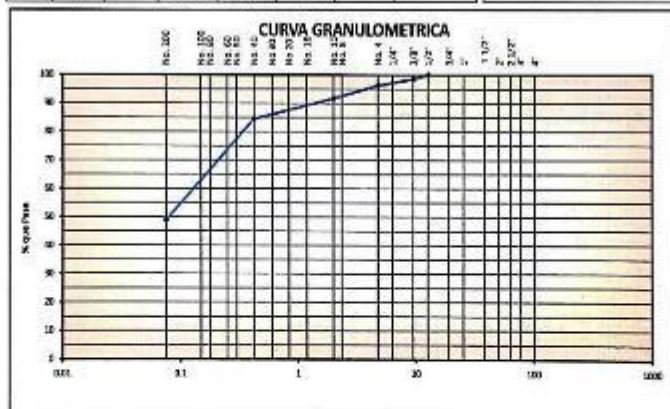
**TIPO :** POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEDIR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBSTRATO DE PAVIMENTOS RIGIDOS, SALICHO - TUNO  
**SOLICITA :** DALLILLEROS: PISO PIEDRA, Edwin Tadeo y MAQUERA MAMANI, Diego Nelson  
**FECHA RECIBO :** 04 DE JUNIO DEL 2011  
**FECHA EMISIÓN :** 02 DE JUNIO DEL 2011  
**ANALISTA :** P.J.C.P.  
**REVISOR :** H.R.R.

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA NTE E 01 - ASTM D 422)

**PROCEDENCIA :** 100 L + 900 - KM. 002 JITTU - SU CREO  
**CUENTA N° :** 0 - 3, M - 1, S - 3  
**PROFUNDIDAD :** 00.20 - 01.50 m.

**MUESTRA :** Suelo Horma + 0 N. Adán de Polanco  
**CANTIDAD :** 40 Kg  
**PRESENTACIÓN :** Saco de Poliéster

|                | Tamaño<br>ASTM | Abertura<br>(mm) | Peso<br>Retenido | % Retenido |           | % (peso) | Especificaciones | Descripción de Muestra      |
|----------------|----------------|------------------|------------------|------------|-----------|----------|------------------|-----------------------------|
|                |                |                  |                  | Parcial    | Acumulado |          |                  |                             |
| PESO<br>CANTOS | 4"             | 125.000          |                  |            |           |          |                  | Peso Inicial : 5685.70 (g)  |
|                | 2"             | 76.200           |                  |            |           |          |                  | Peso Lavado : 745.90 (g)    |
|                | 2-1/2"         | 63.500           |                  |            |           |          |                  | Peso Partido : 733.40 (g)   |
|                | 2"             | 50.800           |                  |            |           |          |                  |                             |
|                | 1-1/2"         | 38.100           |                  |            |           |          |                  |                             |
|                | 1"             | 25.400           |                  |            |           |          |                  |                             |
|                | 3/8"           | 19.000           |                  |            |           |          |                  |                             |
|                | 1/2"           | 12.700           |                  |            |           |          |                  |                             |
|                | 3/8"           | 9.525            | 22.0             | 1.5        | 1.5       | 106.8    |                  | Humedad Natural : 19.84 %   |
|                | 7/8"           | 6.350            |                  |            |           | 88.5     |                  | LIMITES DE CONSISTENCIA     |
| PESO<br>MEDIO  | No. 4          | 4.750            | 32.0             | 2.2        | 3.7       | 88.3     |                  | Límite Líquido : 28.88 %    |
|                | No. 10         | 2.000            | 67.0             | 4.6        | 8.3       | 84.7     |                  | Límite Plástico : 20.86 %   |
|                | No. 20         | 0.850            |                  |            |           |          |                  | LLP : 8.22 %                |
|                | No. 40         | 0.425            | 104.8            | 7.2        | 15.5      | 84.5     |                  | CLASIFICACIÓN               |
|                | No. 60         | 0.300            |                  |            |           |          |                  | ANEXO (ASTM D 422) : A-4(1) |
|                | No. 80         | 0.250            |                  |            |           |          |                  | ANEXO (ASTM D 422) : 8C     |
|                | No. 100        | 0.149            |                  |            |           |          |                  | DESCRIPCIÓN DE MUESTRA      |
|                | No. 200        | 0.075            | 519.5            | 36.7       | 51.2      | 48.8     |                  | - Arena Arcillosa con grava |
|                | -200           | —                | 710.4            | 49.8       | 100.0     |          |                  | PROPIEDADES                 |
|                |                |                  |                  |            |           |          |                  | Grava > 3"                  |
| PESO<br>FINO   |                |                  |                  |            |           |          |                  | Grava : 3.70 %              |
|                |                |                  |                  |            |           |          |                  | Arilla : 47.50 %            |
|                |                |                  |                  |            |           |          |                  | Fina : 48.80 %              |
|                |                |                  |                  |            |           |          |                  | 100.00 %                    |



Observación : La Muestra fue identificada, mezclada, el peso y puesta en laboratorio por el Solicitante

JAC LABORATORIOS

EDWIN TADEO  
L. RIVERA



EDWIN TADEO  
INGENIERO CIVIL  
C.R. N° 3.171



**J&C - LABORATORIOS**

JR. MARCEL PRADO N° 129  
CEL. 960 802115 - PUNO - PERÚ

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

OFICINA DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

### INFORME DE ENSAYO

**TESIS** : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO  
**SOLICITA** : INGENIEROS PUNO PINEDA, Edwin Freddy y INGENIERA MAMANI, Hugo Nelson  
**FECHA RECEP.** : 01 DE JUNIO DEL 2021 **REALIZADO POR** : F.J.C.P.  
**FECHA ENSAYO** : 02 DE JUNIO DEL 2021 **ING. RESPONSABLE** : H.R.B.

### DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

ASTM D 2216 - MTC E-108

| Muestra N°                   | C - 3, M - 1, E - 2 |        |        |
|------------------------------|---------------------|--------|--------|
| Profundidad (m)              | 00:20 - 01:50 m     |        |        |
| Tamaño N°                    | 18                  | 04     |        |
| Peso del Taro                | g                   | 24.65  | 23.50  |
| Peso del taro + Suelo Húmedo | g                   | 254.82 | 242.21 |
| Peso del taro + Suelo Seco   | g                   | 228.72 | 214.83 |
| Peso del Agua                | g                   | 37.56  | 35.28  |
| Peso del suelo seco          | g                   | 201.87 | 192.73 |
| Contenido de Humedad         | %                   | 18.77  | 18.58  |
| Promedio                     |                     | 18.64  |        |

**Observaciones** : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y pesada en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS  
FELPE LACRUZ PIREDA  
Ing. Freddy

OFICINA DE INVESTIGACIÓN  
INGENIERO RESPONSABLE  
H.R.B.







**J&C LABORATORIOS**  
J. MANUEL PÉREZ P. L.D.  
TEL: 051 984 804 1000 - 1000 1000

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO, ALCANTARILLADO

### INFORME DE ENSAYO

**TÍTULO :** POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS  
**MODOS, SALCEDO - PUNO**

**INICIADO POR :** INGENIEROS PÉREZ PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson  
**FECHA INICIO :** 01 DE JUNIO DEL 2021  
**FECHA FIN :** 02 DE JUNIO DEL 2021

**ELABORADO POR :** EACA  
**REVISADO POR :** H&A

### ENSAYO DE CONSTANTES FÍSICAS

**PROCEDENCIA :** KM. 3+000 - AC INDUSTRIAL - SUCEDIO  
**VALORES DE :** C-3, M-1, E-2  
**PROFUNDIDAD :** 00.28 - 01.50 m

**MUESTRA :** Suelo Natural + 0 % Adición de Polímero  
**CANTIDAD :** 45 Kg  
**PREPARACIÓN :** Suelo de Folladero

#### LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 ASTM D - 4318)

| Prueba No.                           | 01    | 02    | 03    |  |  |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|--|--|
| Tarso Nro.                           | 34    | 31    | 32    |  |  |
| Peso de la Capcusa (gr)              | 22.17 | 24.68 | 22.60 |  |  |
| Peso de la Capcusa+Suelo Humedo (gr) | 35.72 | 35.69 | 37.15 |  |  |
| Peso de la Capcusa+Suelo Seco (gr)   | 32.74 | 33.11 | 33.71 |  |  |
| Peso del agua (g)                    | 2.98  | 2.49  | 3.44  |  |  |
| Peso del Suelo Seco (gr)             | 30.57 | 30.66 | 31.11 |  |  |
| Contenido de Humedad (%)             | 28.19 | 28.12 | 30.96 |  |  |
| Número de Golpes                     | 32    | 24    | 12    |  |  |

#### LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 ASTM D - 4318)

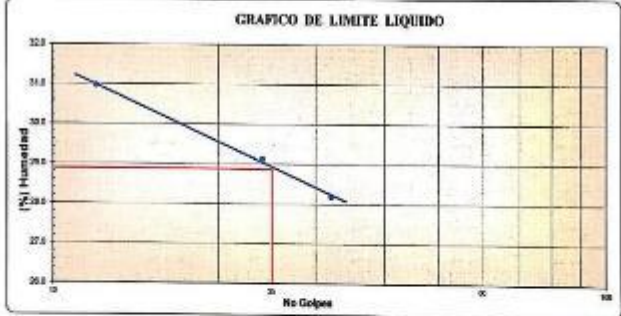
| Prueba No.                           | 35    | 36    |  |  | PROMEDIO |
|--------------------------------------|-------|-------|--|--|----------|
| Peso de la Capcusa (gr)              | 32.93 | 35.62 |  |  |          |
| Peso de la Capcusa+Suelo Humedo (gr) | 27.92 | 31.15 |  |  |          |
| Peso de la Capcusa+Suelo Seco (gr)   | 27.08 | 30.17 |  |  |          |
| Peso del Agua (gr)                   | 0.84  | 0.90  |  |  |          |
| Peso del Suelo Seco (gr)             | 4.15  | 4.05  |  |  |          |
| Contenido de Humedad (%)             | 20.24 | 21.08 |  |  | 20.66    |

L.L. : 28.88

L.P. : 20.66

L.P. : 8.22

#### GRÁFICO DE LÍMITE LÍQUIDO



**Observación :** La Muestra fue identificada, numerada, etiquetada y puesta a disposición por el Solicitante



J&C LABORATORIOS  
EDWIN FREDY PÉREZ PINEDA  
Laboratorio



HUGO NELSON MAQUERA MAMANI  
INGENIERO CIVIL  
SEP 14 2021



J&C LABORATORIOS  
ALVARO PROYECTO  
TAR. DEL 4510111111 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
MATERIA DE INGENIERIA DE MATERIALES  
CONCRETO ARMADO Y PAVIMENTOS

### INFORME DE ENSAYO

TEST: POLIMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBGRANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO  
SOLICITA: BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Freddy y MAGUIERA MAMANI, Hugo Nelson  
FECHA RECEP.: 01 DE JUNIO DEL 2021  
FECHA ENSAYO: 04 DE JUNIO DEL 2021  
REALIZADO POR: F.J.C.P.  
ING. RESP. LAB.: H.R.D.

### RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO) (ASTM - 1557 MTC E 115)

PROCEDENCIA: KM. 1+000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO  
CALCATA N°: C-3, M-1, E-2  
PROFUNDIDAD: 00.20 - 01.52 m.  
MUESTRA: Suelos Naturales + 5 % Adición de Polímero  
CANTIDAD: 45 Kg.  
PRESENTACIÓN: Sacos de Polietileno

|                        |                  |                 |
|------------------------|------------------|-----------------|
| Método de Compactación | Número de Golpes | Número de Capas |
| ASIENTO T 108 - "C"    | 54               | 5               |

### CALCULO DE DENSIDAD HUMEDAD

|                              |       |       |       |       |       |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. Peso suelo húmedo + molde | gr    | 1952  | 1920  | 1924  | 1921  |
| 2. Peso del molde            | gr    | 6000  | 6000  | 6000  | 6000  |
| 3. Volumen del molde         | cc    | 2129  | 2129  | 2129  | 2129  |
| 4. Peso suelo húmedo         | gr    | 4052  | 4203  | 4324  | 4321  |
| 5. Densidad suelo húmedo     | gr/cc | 1.902 | 1.974 | 2.031 | 2.023 |

### CALCULO DE HUMEDAD

|                                   |    |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------------------------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 6. Cauda N°                       | 5  | 1      | 35     | 29     | 11     | 47     | 26     | 58     |
| 7. Peso del suelo húmedo + capata | gr | 223.16 | 221.06 | 221.06 | 225.24 | 223.71 | 252.16 | 230.44 |
| 8. Peso del suelo seco + capata   | gr | 265.06 | 262.56 | 262.56 | 263.30 | 263.30 | 224.05 | 240.84 |
| 9. Peso del agua                  | gr | 55.13  | 55.12  | 21.55  | 21.55  | 23.66  | 35.11  | 35.55  |
| 10. Peso de la capata             | gr | 34.55  | 22.69  | 22.50  | 34.77  | 22.93  | 22.48  | 22.30  |
| 11. Peso del suelo seco           | gr | 180.45 | 179.99 | 179.76 | 179.42 | 205.95 | 207.99 | 227.96 |
| 12. Contenido de humedad          | %  | 30.03  | 30.07  | 12.06  | 12.23  | 13.98  | 13.94  | 16.87  |
| 13. Promedio de Humedad           | %  |        | 16.65  |        | 12.45  |        | 13.96  | 16.38  |

### CALCULO DE DENSIDAD SECA

|                             |       |       |       |       |       |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 13. Densidad seca del suelo | gr/cc | 1.729 | 1.780 | 1.782 | 1.787 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|

|                 |       |       |                |        |
|-----------------|-------|-------|----------------|--------|
| Densidad Máxima | gr/cc | 1.784 | Humedad óptima | 14.57% |
|-----------------|-------|-------|----------------|--------|



Observaciones: La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

REVISOR: PINO PINEDA  
Ing. F. J. C. P.



Hugo Nelson Maguiera Mamani  
INGENIERO CIVIL  
CIP 17 111111



J & C - LABORATORIOS  
AV. MANUEL PANDO 122  
TEL: 054 90180078 - PUÑO - PUÑO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
SERVICIOS E INGENIERÍA DE SUELOS,  
CONCRETO, ARMAZO Y ENRIQUES

### INFORME DE ENSAYO

TEMA : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SORTEO Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBSISTANTES DE PAVIMENTOS RIGIDOS, SALCEDO - PUÑO

SOLICITA : BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Fredy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson

FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 REALIZADO POR : F.J.C.P.

FECHA EMISIÓN : 12 DE JUNIO DEL 2021 PVS. RESP. LAM : H.R.E.

### ENSAYO C.B.R. (ASTM D-1683)

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

Procedencia : KM. 1+000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO MUESTRA : Suelos Naturales + 0 % Adición de Polímero

CLASIFICACIÓN : C-2, M-1, R-2 CANTIDAD : 45 Kg.

PROFUNDIDAD : 00.20 - 01.50 m. PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

|                                |       |              |        |              |        |              |        |
|--------------------------------|-------|--------------|--------|--------------|--------|--------------|--------|
| MOLDE                          | Nº    | 01           |        | 02           |        | 03           |        |
| CAPAS                          | Nº    | 05           |        | 35           |        | 05           |        |
| Golpes por Capa                | Nº    | 56           |        | 25           |        | 12           |        |
| Condición Muestra              |       | Opt. Humedad | Secado | Opt. Humedad | Secado | Opt. Humedad | Secado |
| Peso suelo húmedo + molde grs. |       | 12174        | 12251  | 12224        | 12402  | 12205        | 12271  |
| Peso molde                     | grs.  | 7851         | 7851   | 8297         | 8297   | 8285         | 8285   |
| Peso suelo húmedo              | grs.  | 4323         | 4400   | 4127         | 4225   | 3917         | 4088   |
| Volumen del suelo              | cc    | 2120         | 2120   | 2120         | 2120   | 2112         | 2112   |
| Densidad húmeda                | gr/cc | 2.04         | 2.08   | 1.95         | 2.04   | 1.85         | 1.93   |
| % de Humedad                   | %     | 14.59        | 15.25  | 14.66        | 15.30  | 14.50        | 15.14  |
| Densidad seca                  | gr/cc | 1.76         | 1.79   | 1.71         | 1.72   | 1.62         | 1.62   |
| Tamaño                         | Nº    | 40           | 00     | 44           | 48     | 25           | 00     |
| Tamaño más suelo húmedo        | grs.  | 209.43       | 235.39 | 243.81       | 221.37 | 205.29       | 230.11 |
| Tamaño más suelo seco          | grs.  | 185.79       | 196.80 | 210.73       | 173.60 | 165.34       | 195.80 |
| Peso de Agua                   | grs.  | 23.64        | 28.59  | 28.15        | 27.57  | 24.95        | 33.31  |
| Peso de tierra                 | grs.  | 34.51        | 22.67  | 25.97        | 23.92  | 23.05        | 22.77  |
| Peso suelo seco                | grs.  | 180.66       | 174.13 | 181.73       | 149.55 | 171.36       | 174.03 |
| % de Humedad                   | %     | 14.59        | 15.25  | 14.66        | 15.30  | 14.50        | 15.14  |
| Promedio Humedad               | %     | 14.59        | 15.25  | 14.66        | 15.30  | 14.50        | 15.14  |

#### % DE EXPANSIÓN 1.34

| Fecha    | Hora  | Tiempo | Dial | Expansión | Dial | Expansión | Dial | Expansión |
|----------|-------|--------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|
|          |       |        |      | mm. %     |      | mm. %     |      | mm. %     |
| 13/02/21 | 09:30 | 0.00   | 0.00 | 0.00 0.00 | 0.00 | 0.00      | 0.00 | 0.00 0.00 |
| 14/02/21 | 09:30 | 24.00  | 0.47 | 0.47 1.37 | 0.52 | 0.62      | 0.41 | 0.72 0.57 |
| 15/02/21 | 09:30 | 48.00  | 0.98 | 0.98 3.77 | 1.12 | 1.12      | 0.66 | 0.99 0.69 |
| 16/02/21 | 09:30 | 72.00  | 1.32 | 1.32 1.04 | 1.45 | 1.45      | 1.17 | 1.67 1.31 |
| 17/02/21 | 09:30 | 96.00  | 1.52 | 1.52 1.20 | 1.72 | 1.72      | 1.35 | 1.85 1.45 |

#### PENETRACIÓN

| Penetración |       |        |        |     |                 |     |                  |                    |     |      |                  |       |     |     |
|-------------|-------|--------|--------|-----|-----------------|-----|------------------|--------------------|-----|------|------------------|-------|-----|-----|
| Penetración |       |        | Carga  |     | Dial            |     | Carga Corrección |                    | CBR | Dial | Carga Corrección |       | CBR |     |
| mm.         | Pulg. | Tiempo | Puntos |     | g               | Kg  | K/cm²            | g                  |     |      | Kg               | K/cm² |     |     |
| 0           | 0     | 0      | 0      | 0   | 0               | 0   | 0                | 0                  | 0   | 0    | 0                | 0     |     |     |
| 0.03        | 0.025 | 30"    |        |     | 5               | 22  | 1.1              |                    | 5   | 13   | 0.7              | 1     | 4   | 0.2 |
| 1.27        | 0.050 | "      |        |     | 9               | 39  | 2.0              |                    | 7   | 31   | 1.6              | 2     | 9   | 0.5 |
| 1.90        | 0.075 | 130"   |        |     | 15              | 68  | 3.4              |                    | 10  | 44   | 2.3              | 4     | 10  | 0.9 |
| 2.54        | 0.100 | "      | 70     |     | 18              | 78  | 4.1              | 5.8                | 13  | 52   | 2.9              | 4.2   | 6   | 2.0 |
| 3.17        | 0.125 | "      |        |     | 21              | 92  | 4.7              |                    | 17  | 74   | 3.3              | 8     | 26  | 2.4 |
| 3.81        | 0.150 | "      | 105    |     | 25              | 109 | 5.7              |                    | 20  | 87   | 4.5              | 11    | 39  | 2.0 |
| 5.08        | 0.200 | "      | 5      |     | 28              | 122 | 6.3              |                    | 24  | 103  | 6.4              | 13    | 46  | 2.5 |
| 7.62        | 0.300 | "      | 8      | 133 | 32              | 145 | 7.2              |                    | 27  | 115  | 8.1              | 15    | 97  | 2.9 |
| 10.16       | 0.400 | "      |        |     | 36              | 157 | 8.1              |                    | 30  | 131  | 8.8              | 18    | 100 | 3.4 |
| 12.70       | 0.500 | "      | 181    |     | 40              | 175 | 9.0              |                    | 33  | 144  | 7.5              | 20    | 79  | 4.1 |
| ANELLO      |       |        |        |     | CAPACIDAD 45 kg |     |                  | SG/BRECCAR 4547 g. |     |      | 19.33            |       |     |     |

Observaciones : La Muestra fue Identificada, muestreada, etiquetada y penetrada en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

MANUEL PANDO 122

PUÑO - PUÑO

TEL: 054 90180078



UANCV

PUÑO - PUÑO

TEL: 054 90180078





J & C - LABORATORIOS  
JR. MARSH, PISO N° 302  
TEL. CEL. 911 821119 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
BOMBO DE HUNDIDA DE SUELOS  
CONCRETO, ASFALTO Y ENRIQUES

### GRAFICO C.B.R.

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

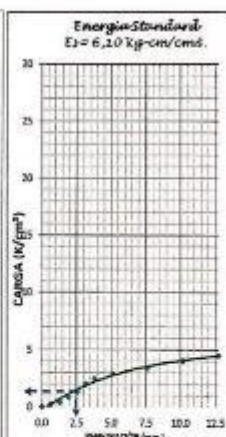
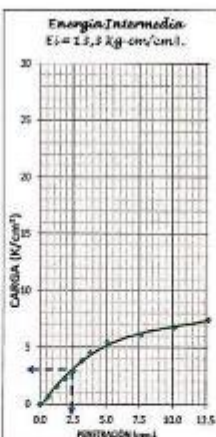
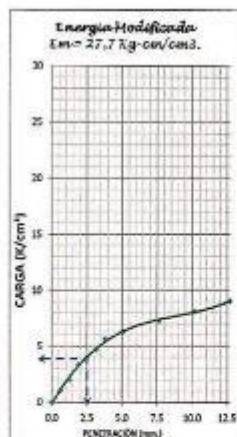
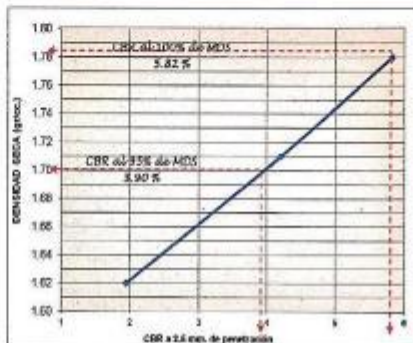
|             |                                        |             |                                           |
|-------------|----------------------------------------|-------------|-------------------------------------------|
| PROCEDENCIA | : KM 14+006 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO | MUESTRA     | : Suelo Natural + 0 % Adición de Polímero |
| CAUCIONAR   | : C-3, M-1, E-2                        | CANTIDAD    | : 45 Kg.                                  |
| PROFUNDIDAD | : 00.20 - 01.50 m                      | PREPARACIÓN | : Seco de Polímero                        |

#### VALORES H.D.S., O.C.E. Y C.B.R.

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA        | 1.704 g/cc |
| CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA | 14.57 %    |
| CBR AL 95 % DE SU MDS       | 3.90 %     |
| CBR AL 100 % DE SU MDS      | 5.82 %     |

#### CLASIFICACION

|                      |        |
|----------------------|--------|
| AASHTO (ASTM D-3292) | A-4(1) |
| SUCS (ASTM-D-2497)   | SC     |



Observaciones: La Muestra fue identificada, preparada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

Ing. J. C. Pineda  
Ing. J. C. Pineda



Ing. J. C. Pineda  
Ing. J. C. Pineda



J&C LABORATORIOS  
21 AV. 47, PISO 10  
11171, C.A. GUAYMA, P.R.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
UNIVERSIDAD NACIONAL  
CENTRO GUAYMA, P.R.

### INFORME DE ENSAYO

TÍTULO : POLÍMERO ADHESIVO MATERIAL PARA MEDIR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBSTRATO DE ASFALTOS  
RIGIDOS, SALCADO - PUÑO  
SOLISTA : DARIO ALBERTO PÉREZ PÉREZ, Edwin Pineda y MAYORRA MAMANI, Hugo R. Roca  
FECHA INICIO : 01 DE JUNIO DEL 2011  
FECHA FIN : 02 DE JUNIO DEL 2011  
LABORANTE : J&C  
MÉTODO LAB : 10-66

### ENSAYO DE CONSTANTES FÍSICAS

PREPARACIÓN : POLÍMERO ADHESIVO MATERIAL PARA MEDIR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBSTRATO DE ASFALTOS RIGIDOS, SALCADO - PUÑO  
CANTIDAD : 1 C.A. M-L 1-2  
PREPARACIÓN : 10-66 - 10-66-10-66  
MUESTRA : Suelo Sólido + 2 % Adhesivo de Polímero  
CANTIDAD : 1 Kg  
PRESENTACIÓN : Suelo en Polímero

#### LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 910 ASTM D - 4318)

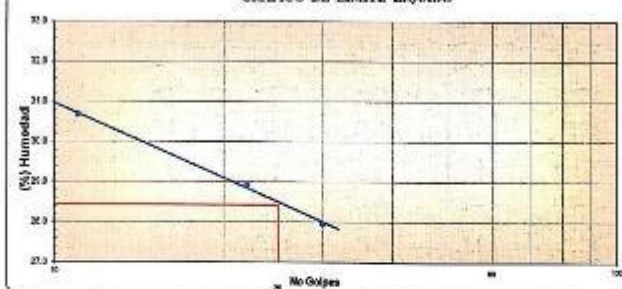
| Prueba No.                           | 01    | 02    | 03    |  |  |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|--|--|
| Tarso No.                            | 12    | 4     | 7     |  |  |
| Peso de la Capsula (gr)              | 23.74 | 23.93 | 23.05 |  |  |
| Peso de la Capsula Suelo Humedo (gr) | 35.83 | 35.49 | 37.15 |  |  |
| Peso de la Capsula Suelo Seco (gr)   | 32.72 | 32.89 | 33.84 |  |  |
| Peso del agua (gr)                   | 2.91  | 2.60  | 3.31  |  |  |
| Peso del Suelo Seco (gr)             | 8.86  | 8.86  | 10.79 |  |  |
| Contenido de Humedad (%)             | 27.65 | 28.42 | 30.68 |  |  |
| Numero de Golpes                     | 30    | 22    | 11    |  |  |

#### LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 911 ASTM D - 4318)

| Tarso No.                            | 17    | 21    |  |  | PROMEDIO |
|--------------------------------------|-------|-------|--|--|----------|
| Peso de la Capsula (gr)              | 22.82 | 24.80 |  |  |          |
| Peso de la Capsula Suelo Humedo (gr) | 27.68 | 29.80 |  |  |          |
| Peso de la Capsula Suelo Seco (gr)   | 27.13 | 28.95 |  |  |          |
| Peso del Agua (gr)                   | 0.85  | 0.84  |  |  |          |
| Peso del Suelo Seco (gr)             | 4.21  | 4.18  |  |  |          |
| Contenido de Humedad (%)             | 22.12 | 20.12 |  |  | 21.12    |

L.L. : 28.42 L.P. : 20.12 L.P. : 8.23

### GRÁFICO DE LÍMITE LÍQUIDO



Observaciones : La muestra fue recibida en el laboratorio, almacenada y preparada en el laboratorio por el Solicitante.

J&C LABORATORIOS

EDWIN PINEDA

02 JUN 2011



Hugo R. Roca

02 JUN 2011



JSC - LABORATORIOS  
JL MANUEL PRADO DE  
TEL. 021 881 8015 - PUÑO - PERÚ

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
SERVICIO DE CALIDAD EN BLENDE  
ENSAYOS, IMPACTO Y FRACTURAS

### INFORME DE ENSAYO

TEMA : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUÑO

SOLICITA : BACHILLERES: PINGO PINEA, Edwin Freddy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson

FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021

REALIZADO POR : F.J.C.P.

FECHA ENSAYO : 04 DE JUNIO DEL 2021

ING. RESP. LAB : H.R.B.

### RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO) (ASTM - 1557 MTC E 115)

PROCEDENCIA : KM. 1+000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO

MUESTRA : Suelo Natural + 2 % Aditivo de Polímero

CALICATA N° : C-3, M-1, E-2

CANTIDAD : 45 Kg.

PROFUNDIDAD : 00.20 - 01.50 m.

PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

| Método de Compactación | Número de Golpes | Número de Capas |
|------------------------|------------------|-----------------|
| ASITTO T 180 - "C"     | 55               | 5               |

#### CÁLCULO DE DENSIDAD HUMEDAD

|                              |       |       |       |       |       |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1. Peso suelo-humedo + molde | gr    | 10012 | 10158 | 10284 | 10301 |
| 2. Peso del molde            | gr    | 8000  | 6000  | 6800  | 6600  |
| 3. Volumen del molde         | cc    | 2129  | 2129  | 2129  | 2129  |
| 4. Peso suelo-humedo         | gr    | 4012  | 4158  | 4284  | 4301  |
| 5. Densidad suelo-humedo     | gr/cc | 1.884 | 1.953 | 2.017 | 2.020 |

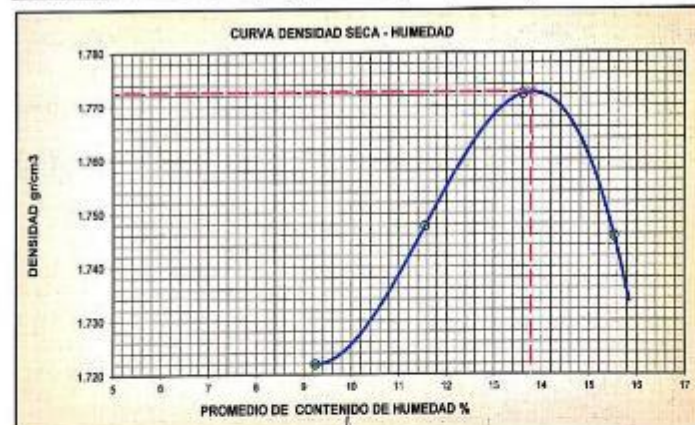
#### CÁLCULO DE HUMEDAD

|                                    |    |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 6. Capasula MP                     |    | 54     | 17     | 14     | 19     | 21     | 48     | 18     | 19     |
| 7. Peso del suelo-humedo + capsula | gr | 234.12 | 283.95 | 243.66 | 290.24 | 284.71 | 295.53 | 233.44 | 330.21 |
| 8. Peso del suelo seco + capsula   | gr | 219.88 | 241.10 | 219.58 | 241.11 | 249.50 | 258.55 | 247.88 | 254.65 |
| 9. Peso del agua                   | gr | 14.24  | 42.85  | 24.08  | 49.13  | 35.21  | 36.98  | 85.56  | 75.56  |
| 10. Peso de la capsula             | gr | 22.68  | 22.62  | 23.06  | 24.55  | 24.00  | 24.41  | 24.72  | 24.85  |
| 11. Peso del suelo seco            | gr | 197.20 | 218.48 | 196.52 | 216.56 | 225.50 | 234.14 | 223.16 | 229.80 |
| 12. Contenido de humedad           | %  | 9.46   | 9.42   | 11.80  | 11.62  | 15.59  | 15.87  | 38.33  | 33.32  |
| 13. Promedio de Humedad            | %  |        | 9.44   |        | 11.75  |        | 13.89  |        | 15.73  |

#### CÁLCULO DE DENSIDAD SECA

|                             |       |       |       |       |       |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 13. Densidad seca del suelo | gr/cc | 1.722 | 1.748 | 1.772 | 1.768 |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|

|                 |       |       |                |        |
|-----------------|-------|-------|----------------|--------|
| Densidad Máxima | gr/cc | 1.773 | Humedad óptima | 13.98% |
|-----------------|-------|-------|----------------|--------|



Observaciones : La muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

JSC LABORATORIOS

RELPE LABORATORIOS



Hermano Pineda Balcón

INGENIERO

04/06/2021





J.B.C. - LABORATORIOS  
J.R. MAY 201, PISO 11 12  
TEL. DEL 391 82711 - PUNO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
SERVICIO DE MEDICIÓN DE CICLOS  
COCHETO, ASFALTO Y INERCIAS

### INFORME DE ENSAYO

|              |                                                                                                                                     |                |          |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------|
| TESTES       | POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBSTRATO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO |                |          |
| SOLICITA     | BACHILLERES: PINO PINEDA, Edwin Frey y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson                                                                  |                |          |
| FECHA RECEP. | 01 DE JUNIO DEL 2021                                                                                                                | RALIZADO POR   | F.J.C.P. |
| FECHA ENSAYO | 13 DE JUNIO DEL 2021                                                                                                                | ING. RESP. LAD | H.R.B.   |

### ENSAYO C. B. R. (ASTM D-1853)

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

|              |                                     |             |                                          |
|--------------|-------------------------------------|-------------|------------------------------------------|
| PROVENIENCIA | RM. 1+00 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO | MUESTRA     | Suelos Natural + 2 % Adición de Polímero |
| GRUPO Y Nº   | C-2, M-4, E-2                       | CANTIDAD    | 40 Kg.                                   |
| PROFUNDIDAD  | 06.20 - 01.50 m.                    | PREPARACIÓN | Saco de Polietileno                      |

|                               |       |              |          |              |          |              |          |
|-------------------------------|-------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| MOLDE                         | Nº    | 04           |          | 05           |          | 06           |          |
| CAPAS                         | Nº    | 05           |          | 05           |          | 05           |          |
| Grillos por Capa              | Nº    | 06           |          | 25           |          | 12           |          |
| Condición Muestra             |       | Opt. Humedad | Saturado | Opt. Humedad | Saturado | Opt. Humedad | Saturado |
| Peso suelo húmedo + molde gms |       | 12461        | 12562    | 12560        | 12715    | 14445        | 14572    |
| Peso molde                    | gms.  | 8225         | 8225     | 8525         | 8525     | 13001        | 10601    |
| Peso suelo húmedo             | gms.  | 4236         | 4337     | 4033         | 4190     | 3764         | 4011     |
| Volumen del suelo             | c.c.  | 2100         | 2100     | 2115         | 2115     | 2123         | 2125     |
| Densidad húmeda               | g/cc. | 2.02         | 2.06     | 1.91         | 1.94     | 1.76         | 1.89     |
| % de Humedad                  | %     | 14.07        | 16.30    | 14.13        | 17.70    | 14.10        | 20.28    |
| Densidad seca                 | g/cc. | 1.77         | 1.77     | 1.67         | 1.63     | 1.56         | 1.57     |
| Tam                           | Nº    | 06           | 14       | 20           | 28       | 38           | 48       |
| Tam más suelo húmedo          | gms.  | 227.82       | 242.05   | 223.54       | 246.02   | 235.22       | 253.30   |
| Tam más suelo seco            | gms.  | 202.35       | 211.52   | 190.95       | 214.63   | 208.55       | 214.47   |
| Peso de Agua                  | gms.  | 25.27        | 30.47    | 24.86        | 33.56    | 26.27        | 30.55    |
| Peso de tam                   | gms.  | 22.77        | 24.74    | 22.00        | 22.56    | 22.67        | 22.84    |
| Peso suelo seco               | gms.  | 179.58       | 186.84   | 176.13       | 190.07   | 186.28       | 191.06   |
| % de humedad                  | %     | 14.07        | 16.30    | 14.13        | 17.70    | 14.10        | 20.28    |
| Promedio Humedad              | %     | 14.07        | 16.30    | 14.13        | 17.70    | 14.10        | 20.28    |

#### % DE EXPANSIÓN 1.29

| Fecha    | Hora  | Tiempo | Dial | Expansión |      | Dial | Expansión |      | Dial | Expansión |      |
|----------|-------|--------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
|          |       |        |      | mm.       | %    |      | mm.       | %    |      | mm.       | %    |
| 13/06/21 | 11:30 | 0:00   | 0:00 | 0.00      | 0.00 | 0:00 | 0.00      | 0.00 | 0:00 | 0.00      | 0.00 |
| 14/06/21 | 11:30 | 24:00  | 0:42 | 0.42      | 0.33 | 0:49 | 0.49      | 0.39 | 0:49 | 0.49      | 0.54 |
| 15/06/21 | 11:30 | 48:00  | 0:93 | 0.93      | 0.73 | 1:00 | 1.00      | 0.80 | 0:95 | 0.95      | 0.76 |
| 16/06/21 | 11:30 | 72:00  | 1:29 | 1.29      | 1.02 | 1:45 | 1.45      | 1.14 | 1:52 | 1.62      | 1.26 |
| 17/06/21 | 11:30 | 96:00  | 1:48 | 1.48      | 1.17 | 1:57 | 1.57      | 1.31 | 1:78 | 1.78      | 1.40 |

#### PENETRACIÓN

| Penetración |       |        | Carga     |       | Dial  | Carga Corregida |       | CBR    | Dial      | Carga Corregida |       | CBR  | Dial | Carga Corregida |       | CBR |
|-------------|-------|--------|-----------|-------|-------|-----------------|-------|--------|-----------|-----------------|-------|------|------|-----------------|-------|-----|
| mm.         | Pulg. | Tiempo | Fuerza    | Pulg. |       | Kg              | K/cm² |        |           | Kg              | K/cm² |      |      | Kg              | K/cm² |     |
| 0           | 0     | 0      | 0         | 0     | 0     | 0               | 0     | 0      | 0         | 0               | 0     | 0    | 0    | 0               | 0     | 0   |
| 0.05        | 0.025 | 20"    | 6         | 25    | 1.4   | 4               | 18    | 0.9    | 1         | 4               | 18    | 0.9  | 1    | 4               | 18    | 0.9 |
| 1.27        | 0.050 | 1"     | 12        | 52    | 2.7   | 7               | 31    | 1.6    | 3         | 13              | 59    | 2.7  | 3    | 13              | 59    | 2.7 |
| 1.90        | 0.075 | 1.30"  | 18        | 79    | 4.1   | 12              | 52    | 2.7    | 5         | 22              | 100   | 4.1  | 5    | 22              | 100   | 4.1 |
| 2.54        | 0.100 | 2"     | 23        | 101   | 5.2   | 14              | 63    | 3.6    | 8         | 35              | 158   | 5.2  | 8    | 35              | 158   | 5.2 |
| 3.17        | 0.125 | 3"     | 27        | 118   | 6.1   | 19              | 85    | 4.3    | 11        | 48              | 217   | 6.1  | 11   | 48              | 217   | 6.1 |
| 3.81        | 0.150 | 4"     | 105       | 32    | 140   | 7.2             | 22    | 96     | 5.0       | 14              | 61    | 5.7  | 14   | 61              | 5.7   | 5.0 |
| 5.28        | 0.200 | 5"     | 34        | 149   | 7.7   | 25              | 106   | 5.7    | 15        | 70              | 315   | 7.7  | 15   | 70              | 315   | 7.7 |
| 7.62        | 0.300 | 6"     | 133       | 38    | 199   | 8.6             | 38    | 122    | 6.3       | 19              | 83    | 8.6  | 19   | 83              | 8.6   | 6.3 |
| 10.16       | 0.400 | 7"     | 42        | 184   | 9.5   | 31              | 138   | 7.0    | 21        | 92              | 414   | 9.5  | 21   | 92              | 414   | 9.5 |
| 12.70       | 0.500 | 8"     | 161       | 47    | 203   | 10.6            | 34    | 146    | 7.7       | 24              | 105   | 10.6 | 24   | 105             | 10.6  | 7.7 |
| ANILLO      |       |        | CAPACIDAD |       | 45 mm | SOLICITUD       |       | 4547 g | CONSTANTE |                 | 19.35 |      |      |                 |       |     |

Observaciones : La Muestra fue identificada, mezclada, moldeada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J.B.C. LABORATORIOS

Ing. Carlos Pineda



Ing. Carlos Pineda

Ing. Carlos Pineda



J & C - LABORATORIOS  
215 MANUEL PUECO RD  
TELF. 061 861116 - PUÑO - PERU

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

### GRAFICO C.B.R.

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROCEDENCIA : KM. 1-000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO  
CALCATA N° : C-3, M-1, E-2  
PROFUNDIDAD : 00.23 - 01.50 m.

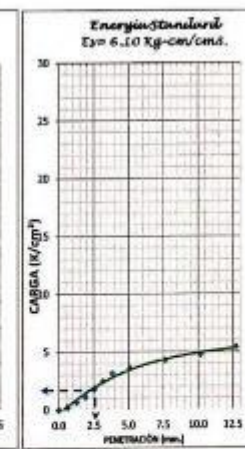
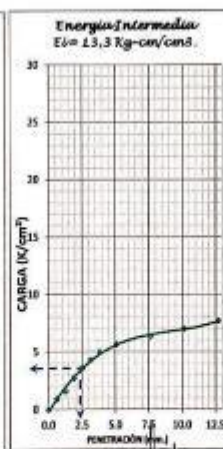
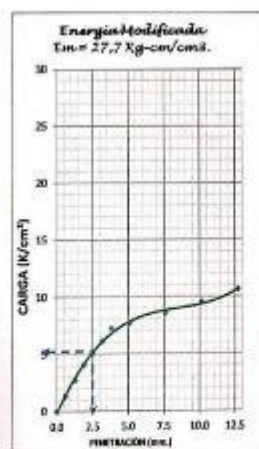
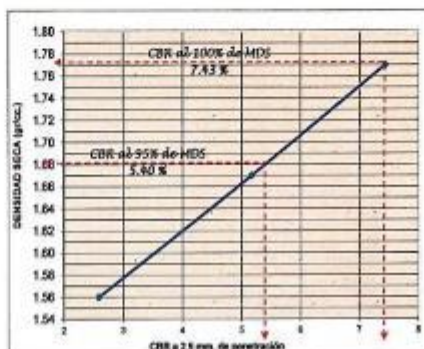
MUESTRA : Suelos Natural + 2 % Adición de Polímero  
CANTIDAD : 45 Kg.  
PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

#### VALORES M.D.S. - O.C.H. Y C.B.R.

|                             |       |        |
|-----------------------------|-------|--------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA        | 1.773 | gr/cc. |
| CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA | 13.98 | %      |
| CBR AL 95 % DE SU MDS       | 5.80  | %      |
| CBR AL 100 % DE SU MDS      | 7.43  | %      |

#### CLASIFICACION

|                      |        |
|----------------------|--------|
| AASHTO (ASTM D-3382) | A-4(1) |
| SVCS (ASTM-D-2487)   | SC     |



Observaciones : La Muestra fue identificada, empacada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

TELEFONO 061 861116  
PUÑO - PERU



Manuel Paez Balleza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 17 014 01



JSC - LABORATORIES  
JL WHEEL PRG OPTI  
701 E. CHAMBERS ST., SUITE 1000

LABORATORIO DE DISEÑO DE MATERIALES  
ESPACIO EN MECÁNICA DE FLUIDOS  
CENTRO TECNOLÓGICO NACIONAL

## INFORME DE ENSAYO

|                    |                                                                                                                                      |               |        |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|
| TÍTULO             | POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBSTRATOS DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUNO |               |        |
| INVESTIGADOR       | BACHILLERES: PINO PINEZA, Edwin Freyre y MAQUERA MANANI, Hugo Nelson                                                                 |               |        |
| FECHA PRESENTACIÓN | 01 DE JUNIO DEL 2021                                                                                                                 | PALESTRO POR  | 1 FUCC |
| FECHA CALIFICACIÓN | 02 DE JUNIO DEL 2021                                                                                                                 | DEL RESP. IAR | 1 ARA  |

### ENSAYO DE CONSTANTES FISICAS

PROCEDURA : RM-3+EO-4V,INDUSTRIAL-GRUPO  
CATEGORIA : C-3, M-1, P-1  
PROYECTO : OCEB - CLAS.

**MEDICINA** : Curso Básico + 1º y 2º Año de Polímeros  
**CONTENIDO** : 40 Hg.  
**PRESENTACIÓN** : Curso de Polímeros

## LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 ASTM D - 4318)

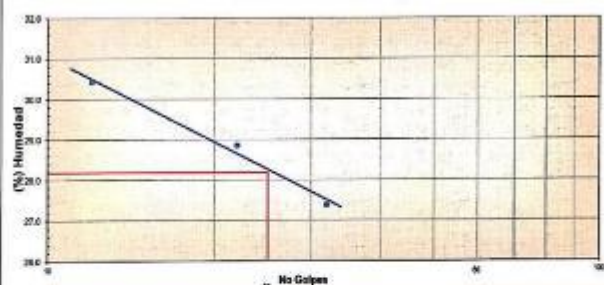
|                                        | 01    | 02    | 03    |  |
|----------------------------------------|-------|-------|-------|--|
| Problema                               | 14    | 17    | 11    |  |
| Tiempo                                 | 23.08 | 22.52 | 22.83 |  |
| Peso de la Capsula (gr)                | 54.71 | 55.72 | 57.02 |  |
| Peso de la Capsula + Suelo Humedo (gr) | 32.21 | 33.63 | 33.71 |  |
| Peso de la Capsula + Suelo Seco (gr)   | 2.50  | 3.00  | 3.31  |  |
| Peso del Suelo Seco (gr)               | 9.12  | 13.71 | 10.88 |  |
| Contenido de Humedad (%)               | 27.30 | 28.85 | 30.42 |  |
| Numero de Errores                      | 70    | 22    | 12    |  |

## LIMITE PLASTICO (MTC E 111 ASTM D - 4318)

| Ítem No.                             | 93    | 25    |  | PROMEDIO |
|--------------------------------------|-------|-------|--|----------|
| Peso de la Capsula (gr)              | 23.16 | 23.95 |  |          |
| Peso de la Capsula+Guano Humedo (gr) | 28.26 | 29.73 |  |          |
| Peso de la Capsula+Guano Seco (gr)   | 27.41 | 28.77 |  |          |
| Peso del Agua (gr)                   | 0.65  | 0.96  |  |          |
| Peso del Guano Seco (gr)             | 4.22  | 4.82  |  |          |
| Contenido de Humedad (%)             | 20.14 | 19.92 |  | 20.03    |

|      |       |      |       |      |      |
|------|-------|------|-------|------|------|
| LL : | 28.18 | LP : | 20.03 | LP : | 8.16 |
|------|-------|------|-------|------|------|

GRAFICO DE LIMITE LIQUIDO



**Observaciones:** La Muestra fue identificada, reanálizada, etiquetada y puesta en laboratorio por el solicitante.

JNC LABORATORIES

FELIPE J. LOPEZ-OLVEDA

CA. 2005



Hernan Noya Bailón

WILLIAM H. COVELL  
Case No. 100-100

A





JAC - LABORATORIOS  
S.A. SUCURSAL PUNO  
TEL: 051 961818 - PUNO - PUNO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
SERVICIO DE ASISTENCIA DE BOLSAS  
OFICINA: 051 961818 - PUNO - PUNO

### INFORME DE ENSAYO

TESE : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RIGIDOS, SALCEDO - PUNO  
SOLICITA : SACHILLERES: PMO PINEIRA, Edwin Fredy y MACUERA MAMANI, Hugo Nelson  
FECHA RECIBIR : 01 DE JUNIO DEL 2021 REALIZADO POR : F.J.C.P.  
FECHA ENSAYO : 04 DE JUNIO DEL 2021 ING. RESP. LAB : H.N.B.

### RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO) (ASTM - 1557 MTC E 115)

PROCEDENCIA : RRA 1 + 000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO MUESTRA : Suelo Natural + 4 % Adición de Polímero  
CALICATA Nº : C-3, M-1, E-2 CANTIDAD : 45 Kg.  
PROFUNDIDAD : 00.30 - 01.50 m. PRESENTACIÓN : Saca de Polietileno

| Método de Compactación | Número de Golpes | Número de Capas |
|------------------------|------------------|-----------------|
| ASTM D 1557 - 1557     | 56               | 3               |

### CÁLCULO DE DENSIDAD HUMEDAD

|                              |      |       |       |       |       |
|------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. Peso suelo húmedo + molde | g    | 3952  | 10115 | 10254 | 10561 |
| 2. Peso del molde            | g    | 6090  | 6090  | 6090  | 6090  |
| 3. Volumen del molde         | cc   | 2129  | 2129  | 2129  | 2129  |
| 4. Peso suelo húmedo         | g    | 3952  | 4115  | 4154  | 4451  |
| 5. Densidad suelo húmedo     | g/cc | 1.851 | 1.934 | 1.946 | 2.087 |

### CÁLCULO DE HUMEDAD

|                                       |   |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 6. Capa de 1"                         | g | 3      | 10     | 21     | 12     | 42     | 10     | 32     | 15     |
| 7. Peso del suelo húmedo + capa de 1" | g | 297.13 | 299.53 | 293.24 | 295.18 | 297.17 | 293.99 | 293.41 | 297.21 |
| 8. Peso del suelo seco + capa de 1"   | g | 279.32 | 278.43 | 272.52 | 272.14 | 277.88 | 271.32 | 270.88 | 271.24 |
| 9. Peso de agua                       | g | 17.81  | 21.10  | 20.72  | 23.04  | 20.29  | 22.67  | 22.53  | 25.97  |
| 10. Peso de la capa de 1"             | g | 24.53  | 22.83  | 24.83  | 25.74  | 25.67  | 24.34  | 22.90  | 22.06  |
| 11. Peso del suelo seco               | g | 194.77 | 210.75 | 187.52 | 203.42 | 207.88 | 206.58 | 217.48 | 225.18 |
| 12. Contenido de humedad              | % | 8.94   | 8.22   | 11.14  | 11.54  | 10.83  | 12.37  | 10.33  | 15.16  |
| 13. Promedio de humedad               | % |        | 9.18   |        | 11.34  |        | 13.58  |        | 16.81  |

### CÁLCULO DE DENSIDAD SECA

|                            |      |       |       |       |       |
|----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| 14. Densidad seca de suelo | g/cc | 1.794 | 1.797 | 1.796 | 1.798 |
|----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|

|                 |      |       |                |        |
|-----------------|------|-------|----------------|--------|
| Densidad Máxima | g/cc | 1.789 | Humedad óptima | 13.58% |
|-----------------|------|-------|----------------|--------|



Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

JAC LABORATORIOS



Humberto Silva Balcón

INGENIERO CIVIL

LAB. PUNO



J & C LABORATORIOS  
JL. NARIÑO, PISO 1º 100  
TEL: 011 661 881118 - PUÑO - PERÚ

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
SERVICIO DE MECANICA DE SUELOS,  
CONCRETO, ACEROS Y PAQUETES

### INFORME DE ENSAYO

TESIS : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUÑO  
SOLICITA : BACHILLERES PINO PINEDA, Edwin Freddy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson  
FECHA RECIBI. : 01 DE JUNIO DEL 2021 REALIZADO POR : F.J.C.P.  
FECHA ENSAYO : 13 DE JUNIO DEL 2021 ING. RESP. LAB. : H.R.S.

### ENSAYO C. B. R. (ASTM D-1853)

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROYECTO : KM 14.000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO MUESTRA : Suelo Natural + 4 % Adición de Polímero  
CAUSANTE : C-3, M-1, E-2 CANTIDAD : 45 Kg.  
PROFUNDIDAD : 08.20 - 01.50 m. PRESENTACIÓN : Saco de Poliétileno

| MOLDE                          | Nº    | 07           | 08       | 09           | 10       |
|--------------------------------|-------|--------------|----------|--------------|----------|
| CAPAS                          | Nº    | 05           | 05       | 05           | 05       |
| Golpes por Capa                | Nº    | 55           | 25       | 25           | 12       |
| Condición Muestra              |       | Opt. Humedad | Saturado | Opt. Humedad | Saturado |
| Peso suelo húmedo + molde g/s. |       | 12252        | 12085    | 12143        | 12076    |
| Peso molde                     | g/s.  | 8012         | 8012     | 8126         | 8241     |
| Peso suelo húmedo              | g/s.  | 4240         | 4073     | 4017         | 3835     |
| Volumen del suelo              | c.c.  | 2119         | 2119     | 2131         | 2133     |
| Densidad húmeda                | g/cc. | 2.00         | 2.05     | 1.89         | 1.80     |
| % de Humedad                   | %     | 13.00        | 16.22    | 13.63        | 13.72    |
| Densidad seca                  | g/cc. | 1.75         | 1.77     | 1.60         | 1.58     |
| Tam.                           | Nº    | 34           | 38       | 36           | 34       |
| Tam. más suelo húmedo          | g/s.  | 245.12       | 245.42   | 226.32       | 243.12   |
| Tam. más suelo seco            | g/s.  | 219.32       | 214.28   | 202.14       | 210.34   |
| Peso de Agua                   | g/s.  | 26.80        | 31.14    | 24.18        | 32.78    |
| Peso de tam.                   | g/s.  | 22.17        | 22.30    | 24.74        | 25.74    |
| Peso suelo seco                | g/s.  | 195.15       | 191.98   | 177.40       | 185.60   |
| % de humedad                   | %     | 13.00        | 16.22    | 13.63        | 13.72    |
| Promedio Humedad               | %     | 13.00        | 16.22    | 13.63        | 13.72    |

#### % DE EXPANSIÓN

| Fecha   | Hora  | Tiempo | Dial | Expansión |      | Dial | Expansión |      | Dial | Expansión |      |
|---------|-------|--------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
|         |       |        |      | mm.       | %    |      | mm.       | %    |      | mm.       | %    |
| 13/6/21 | 12:30 | 0:00   | 0.00 | 0.00      | 0.00 | 0.00 | 0.00      | 0.00 | 0.00 | 0.00      | 0.00 |
| 14/6/21 | 12:30 | 24:00  | 0.39 | 0.39      | 0.31 | 0.40 | 0.40      | 0.36 | 0.65 | 0.60      | 0.60 |
| 15/6/21 | 12:30 | 48:00  | 0.90 | 0.90      | 0.71 | 1.04 | 1.04      | 0.82 | 0.92 | 0.72      | 0.72 |
| 16/6/21 | 12:30 | 72:00  | 1.31 | 1.31      | 1.03 | 1.41 | 1.41      | 1.11 | 1.59 | 1.25      | 1.25 |
| 17/6/21 | 12:30 | 96:00  | 1.47 | 1.47      | 1.16 | 1.60 | 1.60      | 1.28 | 1.88 | 1.48      | 1.32 |

#### PENETRACIÓN

| Penetración |       |        | Carga | Dial | Carga Correída |       | CBR | Dial | Carga Correída |       | CBR | Dial | Carga Correída |       | CBR |
|-------------|-------|--------|-------|------|----------------|-------|-----|------|----------------|-------|-----|------|----------------|-------|-----|
| mm.         | Pulg. | Tiempo |       |      | Kg             | K/cm² |     |      | Kg             | K/cm² |     |      | Kg             | K/cm² |     |
| 0           | 0     | 0      | 0     | 0    | 0              | 0     | 0   | 0    | 0              | 0     | 0   | 0    | 0              | 0     | 0   |
| 0.50        | 0.005 | 30"    | 7     | 31   | 1.6            | 4     | 19  | 0.9  | 2              | 9     | 0.5 | 5    | 22             | 1.1   | 1.1 |
| 1.27        | 0.050 | 1'     | 12    | 52   | 2.7            | 5     | 22  | 1.1  | 5              | 22    | 1.1 | 5    | 22             | 1.1   | 1.1 |
| 1.90        | 0.075 | 1'30"  | 18    | 79   | 4.1            | 12    | 52  | 2.7  | 8              | 35    | 1.9 | 8    | 35             | 1.9   | 1.9 |
| 2.54        | 0.100 | 2'     | 25    | 114  | 5.9            | 18    | 79  | 4.1  | 11             | 49    | 2.9 | 11   | 49             | 2.9   | 2.9 |
| 3.17        | 0.125 | 3'     | 33    | 144  | 7.5            | 22    | 98  | 5.9  | 14             | 61    | 3.2 | 14   | 61             | 3.2   | 3.2 |
| 3.81        | 0.150 | 4'     | 41    | 179  | 9.3            | 26    | 114 | 5.9  | 17             | 74    | 3.8 | 17   | 74             | 3.8   | 3.8 |
| 4.45        | 0.200 | 5'     | 49    | 214  | 11.1           | 30    | 131 | 6.8  | 20             | 87    | 4.5 | 20   | 87             | 4.5   | 4.5 |
| 5.08        | 0.250 | 6'     | 57    | 249  | 12.9           | 35    | 153 | 7.9  | 23             | 101   | 5.2 | 23   | 101            | 5.2   | 5.2 |
| 5.71        | 0.300 | 7'     | 63    | 275  | 14.2           | 39    | 170 | 8.8  | 25             | 109   | 5.7 | 25   | 109            | 5.7   | 5.7 |
| 6.35        | 0.350 | 8'     | 70    | 308  | 15.6           | 44    | 192 | 9.9  | 27             | 116   | 6.1 | 27   | 116            | 6.1   | 6.1 |

ANILLO : CAPACIDAD 45 kg 4547 g. CONSTANTE 18.33

Observaciones : La Muestra ha sido identificada, envasada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J & C LABORATORIOS

EDWIN FREDDY PINO PINEDA  
ING. CIVIL

HUGO NELSON MAQUERA MAMANI  
ING. CIVIL



J & C - LABORATORIOS  
JR. MARCEL PRIO Nº 170  
TELF. 051 957151 - PUNO - PERÚ

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

### GRAFICO C.B.R.

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

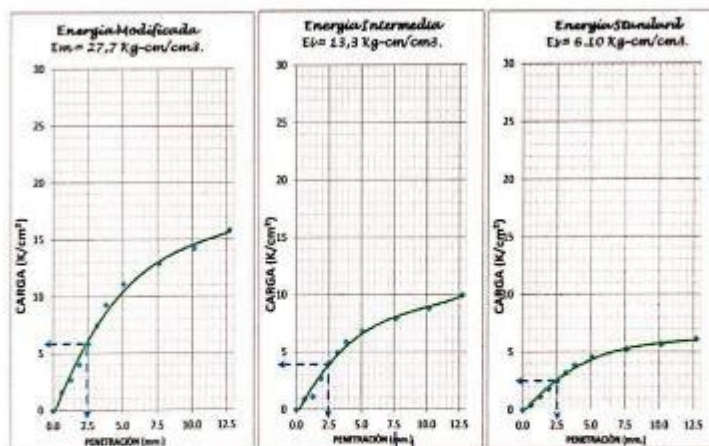
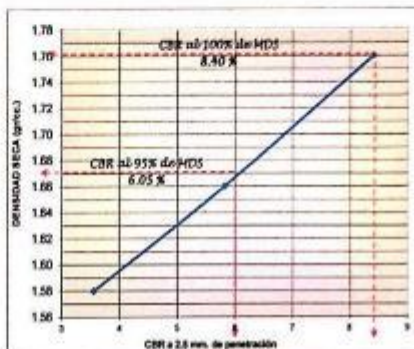
|              |                                      |              |                                          |
|--------------|--------------------------------------|--------------|------------------------------------------|
| PROVENIENCIA | KM. 1+000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO | MUESTRA      | Suelos Natural + 4 % Adición de Polímero |
| CALCATA Nº   | C-3, M-1, E-2                        | CANTIDAD     | 40 Kg.                                   |
| PROFUNDIDAD  | 00:20 - 01:50 m.                     | PRESENTACIÓN | Saco de Polietileno                      |

#### VALORES N.D.S. - O.C.H. Y C.B.R.

|                             |       |       |
|-----------------------------|-------|-------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA        | 1.759 | gr/cc |
| CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA | 13.55 | %     |
| CBR AL 95 % DE SU MDS       | 6.05  | %     |
| CBR AL 100 % DE SU MDS      | 8.40  | %     |

#### CLASIFICACION

|                      |        |
|----------------------|--------|
| AASHTO (ASTM D-3282) | A-4(1) |
| USCS (ASTM D-3487)   | SC     |



Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante

J&C LABORATORIOS

RAFAEL ALDO PIEDRA  
Ing. Civil



Herman Nolasco Baidón  
Ingeniero Civil





**J&C LABORATORIOS**  
AV. SAN AL. 1000 P.O. BOX 1000, WASHINGT. - PERU

**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
SECTOR DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN: CONCRETO, ACEROS Y PAVIMENTOS

**INFORME DE ENSAYO**

**PROYECTO:** POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS  
**MODELO:** SALCADO - PUNO

**BOLETA:** BACHELERS: PERO FINEZA, Edwin Freely y MACBETHA MAMANI, Hugo Nelson  
**FECHA RECIBIÓ:** 31 DE JUNIO DEL 2021  
**FECHA EMISIÓN:** 31 DE JUNIO DEL 2021

**REALIZADO POR:** ALIZA  
**REVISADO POR:** HUGO

**ENSAYO DE CONSTANTES FÍSICAS**

**PROVENIENCIA:** KM. 3+000 - AV. INDUSTRIAL - SALCADO  
**USO:** C. 5, M. 1, E. 2  
**PROCESADO:** 00.20 - 01.50 m.

**MUESTRA:** Suelo Natural + 8 % Adición de Polímero  
**CANTIDAD:** 45 Kg.  
**PRESENTACIÓN:** Saco de Polietileno

**LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 ASTM D - 4318)**

| Prueba No.                             | 01    | 02    | 03    |  |  |
|----------------------------------------|-------|-------|-------|--|--|
| Tubo No.                               | 7     | 8     | 24    |  |  |
| Peso de la Capsula (gr)                | 23.05 | 24.00 | 23.21 |  |  |
| Peso de la Capsula + Suelo Humedo (gr) | 36.48 | 37.17 | 37.72 |  |  |
| Peso de la Capsula + Suelo Seco (gr)   | 33.62 | 34.25 | 34.25 |  |  |
| Peso del agua (gr)                     | 2.86  | 2.92  | 3.47  |  |  |
| Peso del Suelo Seco (gr)               | 11.57 | 10.25 | 11.04 |  |  |
| Contenido de Humedad (%)               | 27.06 | 28.49 | 31.43 |  |  |
| Numero de Golpes                       | 30    | 22    | 11    |  |  |

**LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 ASTM D - 4318)**

| Tubo No.                               | 33    | 38    |  |  | PROMEDIO |
|----------------------------------------|-------|-------|--|--|----------|
| Peso de la Capsula (gr)                | 22.21 | 22.56 |  |  |          |
| Peso de la Capsula + Suelo Humedo (gr) | 28.38 | 28.72 |  |  |          |
| Peso de la Capsula + Suelo Seco (gr)   | 27.38 | 27.69 |  |  |          |
| Peso del Agua (gr)                     | 1.03  | 1.03  |  |  |          |
| Peso del Suelo Seco (gr)               | 5.15  | 5.13  |  |  |          |
| Contenido de Humedad (%)               | 20.00 | 20.00 |  |  | 20.04    |

**L.L. : 27.82      L.P. : 20.04      I.P. : 7.78**



**Observaciones:** La muestra fue identificada, su masa, estandarizada y pesada en laboratorio por el Solicitante.

J&C LABORATORIOS  
REPUBLICA DEL PERU  
Luz, 2021



Edwin Freely  
BACHELERS  
GP 14 0000

Hugo Nelson  
MACBETHA  
GP 14 0000



J&C - LABORATORIOS  
JL MARULPISO # 105  
TEL. 031 40118 - PUÑO - PERÚ

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
SERVIDOR DE MECANICA DE SUELOS  
CORDERO, ARACELY INGENIERA

### INFORME DE ENSAYO

PROYECTO : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUPERFICIE DE  
PAVIMENTOS RÍGIDOS, SALCEDO - PUÑO  
SOLICITA : SACHILLERES, PINO PIEDRA, Estela Freidy y MAQUERA MAMANI, Hugo Nelson  
FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021  
FECHA ENSAYO : 04 DE JUNIO DEL 2021

RALIZADO POR : F.J.C.F.

ING. RESP. LAB : H.R.B.

### RELACION HUMEDAD DENSIDAD (PROCTOR MODIFICADO) (ASTM - 1557 MTC E 115)

PROCEDENCIA : KM. 14 030 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO  
CALICATA N° : C-3, H-1, E-2  
PROFUNDIDAD : 09.20 - 01.50 m.

MUESTRA : Suelos Naturales + 6 % Adición de Polímero  
CANTIDAD : 45 Kg  
PRESENTACIÓN : Secc. de Pulverizado

| Método de Compactación | Número de Golpes | Número de Capas |
|------------------------|------------------|-----------------|
| AASHTO Y 100 - "C"     | 90               | 5               |

#### CÁLCULO DE DENSIDAD HUMEDAD

|                              |      |       |       |       |       |
|------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| 1. Peso suelo húmedo + molde | g    | 6622  | 5076  | 10304 | 10221 |
| 2. Peso del molde            | g    | 6360  | 6360  | 6360  | 6360  |
| 3. Volumen del molde         | cc   | 2128  | 2128  | 2128  | 2128  |
| 4. Peso suelo húmedo         | g    | 5822  | 4378  | 4204  | 4221  |
| 5. Densidad suelo húmedo     | g/cc | 1.942 | 1.515 | 1.075 | 1.982 |

#### CÁLCULO DE HUMEDAD

|                                    | 10 | 9      | 15     | 22     | 25     | 14     | 25     | 2      |
|------------------------------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 6. Capasula N°                     |    |        |        |        |        |        |        |        |
| 7. Peso del suelo húmedo + capsula | g  | 274.32 | 285.34 | 282.32 | 258.39 | 261.82 | 288.34 | 270.53 |
| 8. Peso del suelo seco + capsula   | g  | 254.14 | 265.58 | 258.95 | 237.77 | 231.85 | 241.62 | 236.88 |
| 9. Peso del agua                   | g  | 20.18  | 19.76  | 23.37  | 20.62  | 29.97  | 46.72  | 33.65  |
| 10. Peso de la capsula             | g  | 23.83  | 22.47  | 24.74  | 25.35  | 25.52  | 23.08  | 23.32  |
| 11. Peso del suelo seco            | g  | 230.51 | 243.11 | 234.21 | 212.42 | 206.33 | 218.54 | 213.56 |
| 12. Contenido de humedad           | %  | 8.75   | 8.03   | 10.01  | 12.10  | 12.95  | 12.45  | 14.83  |
| 13. Promedio de humedad            | %  |        | 8.89   |        | 10.84  |        | 12.71  |        |

#### CÁLCULO DE DENSIDAD SECA

|                             | g/cc | 1.890 | 1.733 | 1.752 | 1.738 |
|-----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| 13. Densidad seca del suelo |      |       |       |       |       |
| Densidad Máxima             | g/cc | 1.752 |       |       |       |
| Humedad óptima              | %    |       |       | 12.58 |       |



Observación : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante.

J&C LABORATORIOS

TEL. 031 40118 - PUÑO

LAB. 001



Horacio Vicos Saldaña

INGENIERO CIVIL

CP. N° 47146



J & C - LABORATORIOS  
JL MARIEL PISO Nº 129  
TEL. CEL. 981805115 - (PUNO - PERU)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
SERVICIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
(TEMPERATURA, JALAJA Y PENETRACIÓN)

### GRAFICO C.B.R.

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

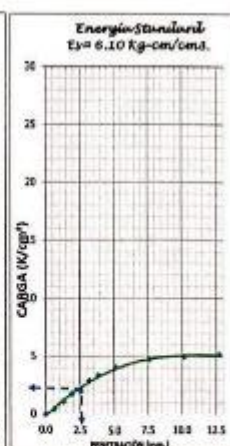
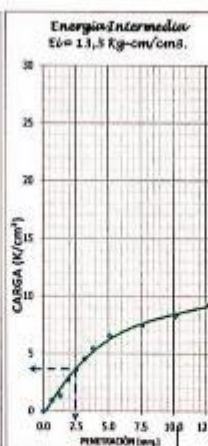
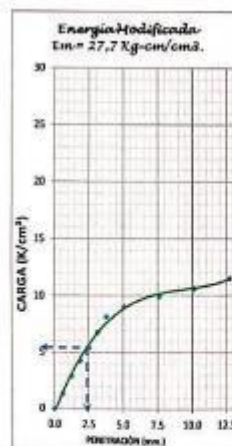
|              |                                        |              |                                              |
|--------------|----------------------------------------|--------------|----------------------------------------------|
| PROVENIENCIA | : KM. 14-000 - AV. INDUSTRIAL - SUCEDO | MUESTRA      | : Suelos Naturales + 5 % Adición de Polímero |
| CALCATA Nº   | : C-3, M-1, E-2                        | CANTIDAD     | : 45 Kg.                                     |
| PROFUNDIDAD  | : 00.20 - 00.50 m.                     | PRESENTACIÓN | : Saco de Polietileno                        |

#### VALORES M.D.S. - O.C.H. Y C.B.R.

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA        | 1.752 g/cc |
| CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA | 12.58 %    |
| CBR AL 95 % DE SU MDS       | 5.10 %     |
| CBR AL 100 % DE SU MDS      | 7.75 %     |

#### CLASIFICACION

|                      |        |
|----------------------|--------|
| AASHTO (ASTM D-3282) | A-4(1) |
| USCS (ASTM D-3487)   | SC     |



Observaciones : La Muestra fue identificada, mezclada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante.

J & C LABORATORIOS

Ing. J. C. Pineda

Ing. J. C. Pineda





J & C LABORATORIOS  
JL MANUEL PISO N° 123  
TEL: 011 8011111 - PUNO - PERÚ

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
OFICINA DE MECÁNICA DE SUELOS  
EDIFICIO: AV. J. F. PEREZ

### INFORME DE ENSAYO

PROYECTO : POLÍMERO ADHESIVO NATURAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE Y DENSIDAD MÁXIMA EN SUBRASANTE DE PAVIMENTOS RIGIDOS, SALCEDO - PUNO  
SOLICITA : BACHILLERES PINO PINEDA, Edwin Freddy y MADUEIRA MAMANI, Hugo Nelson  
FECHA RECEP. : 01 DE JUNIO DEL 2021 REALIZADO POR : F.J.C.P.  
FECHA ENSAYO : 13 DE JUNIO DEL 2021 ING. RESP. LAB : H.A.B.

### ENSAYO C. B. R. (ASTM D-1883)

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

PROVENIENCIA : KM. 14-000 - AV. INDUSTRIAL - SALCEDO MUESTRA : Suelos Naturales + 5 % Adición de Polímero  
CALCUTAM : C-3, M-1, E-2 CANTIDAD : 45 Kg.  
PROFUNDIDAD : 0.222 - 0.150 m. PRESENTACIÓN : Saco de Polietileno

| MOLDE                          | N° | 10     | 11     | 12     |
|--------------------------------|----|--------|--------|--------|
| CAPIAS                         | N° | 08     | 05     | 03     |
| Golpes por Capa                | N° | 55     | 25     | 12     |
| Condición Muestra              |    |        |        |        |
| Peso suelo húmedo + molde grs. |    | 12208  | 12445  | 12045  |
| Peso molde grs.                |    | 8089   | 8089   | 8102   |
| Peso suelo húmedo grs.         |    | 4219   | 4266   | 3943   |
| Volumen del suelo c.c.         |    | 2148   | 2148   | 2110   |
| Densidad húmeda gr/cc          |    | 1.96   | 1.93   | 1.87   |
| % de humedad %                 |    | 12.55  | 15.54  | 12.54  |
| Densidad seca gr/cc            |    | 1.75   | 1.78   | 1.86   |
| Tamaño N°                      |    | 34     | 40     | 47     |
| Tamaño más fino húmedo grs.    |    | 249.50 | 252.10 | 234.82 |
| Tamaño más fino seco grs.      |    | 224.54 | 221.54 | 211.35 |
| Peso de Agua grs.              |    | 25.39  | 30.96  | 37.66  |
| Peso de Suelo grs.             |    | 22.17  | 34.91  | 34.21  |
| Peso suelo seco grs.           |    | 202.17 | 191.63 | 181.15 |
| % de humedad %                 |    | 12.55  | 15.54  | 12.54  |
| Proceda Humedad %              |    | 12.55  | 15.54  | 12.54  |

#### % DE EXPANSIÓN 1.21

| Fecha    | Hora  | Tiempo | Dial | Expansión |      | Dial | Expansión |      | Dial | Expansión |      |
|----------|-------|--------|------|-----------|------|------|-----------|------|------|-----------|------|
|          |       |        |      | mm.       | %    |      | mm.       | %    |      | mm.       | %    |
| 13/02/21 | 02:45 | 0:30   | 0.00 | 0.00      | 0.00 | 0.00 | 0.00      | 0.00 | 0.00 | 0.00      | 0.00 |
| 14/02/21 | 02:45 | 24:00  | 0.37 | 0.37      | 0.29 | 0.42 | 0.42      | 0.33 | 0.62 | 0.49      | 0.40 |
| 15/02/21 | 02:45 | 48:00  | 0.88 | 0.88      | 0.68 | 0.98 | 0.98      | 0.77 | 0.89 | 0.88      | 0.70 |
| 16/02/21 | 02:45 | 72:00  | 1.24 | 1.24      | 0.98 | 1.38 | 1.38      | 1.06 | 1.48 | 1.48      | 1.17 |
| 17/02/21 | 02:45 | 96:00  | 1.39 | 1.39      | 1.09 | 1.59 | 1.59      | 1.25 | 1.66 | 1.66      | 1.29 |

#### PENETRACIÓN

| PENETRACION |       |        |       |           |                  |       |            |                  |         |     |           |                  |       |     |     |
|-------------|-------|--------|-------|-----------|------------------|-------|------------|------------------|---------|-----|-----------|------------------|-------|-----|-----|
| Penetración |       |        | Carga | Dial      | Carga Corrección |       | Dial       | Carga Corrección |         | CBR | Dial      | Carga Corrección | CBR   |     |     |
| mm.         | Pulg. | Timepo | Pasos |           | Kg               | K/cm² |            | Kg               | K/cm²   |     |           | Kg               | K/cm² |     |     |
| 0           | 0     | 0      |       | 0         | 0                | 0     | 0          | 0                | 0       |     | 0         | 0                | 0     |     |     |
| 0.05        | 0.025 | 50"    |       | 8         | 25               | 1.4   | 4          | 33               | 0.9     |     | 2         | 3                | 0.6   |     |     |
| 1.27        | 0.050 | 5"     |       | 13        | 67               | 2.9   | 6          | 29               | 1.4     |     | 5         | 22               | 1.1   |     |     |
| 1.50        | 0.075 | 5'30"  |       | 19        | 83               | 4.3   | 12         | 52               | 2.7     |     | 8         | 35               | 1.8   |     |     |
| 2.54        | 0.100 | 2'     | 70    | 34        | 105              | 6.4   | 7.8        | 16               | 70      | 3.8 | 5.2       | 9                | 39    | 2.0 | 2.9 |
| 3.17        | 0.125 | 3'     |       | 30        | 131              | 9.8   |            | 20               | 87      | 4.5 |           | 13               | 57    | 2.8 |     |
| 3.81        | 0.150 | 4'     | 305   | 36        | 157              | 13.1  |            | 24               | 105     | 6.4 |           | 15               | 65    | 3.4 |     |
| 5.08        | 0.200 | 5'     |       | 40        | 175              | 19.0  |            | 29               | 127     | 8.6 |           | 18               | 79    | 4.1 |     |
| 7.62        | 0.300 | 6'     | 133   | 44        | 199              | 19.9  |            | 33               | 144     | 7.5 |           | 21               | 92    | 4.7 |     |
| 10.16       | 0.400 | 7'     |       | 47        | 206              | 19.6  |            | 37               | 162     | 8.6 |           | 22               | 95    | 5.0 |     |
| 12.70       | 0.500 | 8'     | 181   | 51        | 223              | 11.5  |            | 40               | 179     | 9.3 |           | 23               | 101   | 5.2 |     |
| ANILLO      |       |        |       | CAPACIDAD | 45 kn            |       | SOBRECARGA |                  | 4547 g. |     | CONSTANTE |                  | 19.33 |     |     |

Observaciones : La Muestra fue identificada, muestreada, etiquetada y puesta en laboratorio por el Solicitante.

J & C LABORATORIOS  
PINO PINEDA  
L.A. 2021

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
OFICINA DE MECÁNICA DE SUELOS  
EDIFICIO: AV. J. F. PEREZ



| UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ |                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ficha de recolección de datos               |                                                                                                                                           |
| Tesis:                                      | ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024 |
| Tesista:                                    | Bach. EDWIN RONAL CONDORI MAMANI                                                                                                          |
| Asesor:                                     | Dr. EFRAIN PARILLO SOSA                                                                                                                   |

|                        |                                                                                                                                           |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Título:                | ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUNO, 2022. |
| Código:                | E-08                                                                                                                                      |
| Ubicación:             | Lima                                                                                                                                      |
| Agente Estabilizador   | Lodo aceitoso                                                                                                                             |
| Tipo de Estabilización | Química no tradicional                                                                                                                    |

| Muestra                             | Limite Liquido (%) | Limite Plástico (%) | Índice de Plasticidad (%) | Contenido Optimo de Humedad (%) | Máxima Densidad Seca (gr/cm3) | CBR 0.1" al 100% |
|-------------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------|
| Sin adición                         | 50                 | 25                  | 25                        | 14                              | 1.7                           | 6.84             |
| Con adición con Lodo Aceitoso (18%) | 55                 | 30                  | 25                        | 18                              | 1.6                           | 18.3             |

| Autor                                    | Supervisor |
|------------------------------------------|------------|
| Firma:                                   | Firma:     |
| Nombre: Bach. EDWIN RONAL CONDORI MAMANI | Nombre:    |



## UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estabilización de suelo cohesivo de subrasante con aceite residual  
para la pavimentación de la Av. Santiago Geraldo, Juliaca, Puno,  
2022.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Huarsaya Medina, Fabio Sabino (ORCID: 0000-0001-8707-0789)

**ASESOR:**

Ms. Ing. Civil Barrantes Mann, Luis Alonso Juan (ORCID: 0000-0002-2026-0411)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2022





### INFORME DE ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO MTC E 132:2016

Código : F - 007  
Versión : 3.0  
Aprobado : ene-22

#### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUNO, 2022  
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: BACH. HUARBAYA MEDINA, PABLO SABINO  
REGISTRO: C-2022-173  
FECHA: 10-06-2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 2.5% ACEITE RESIDUAL  
MUESTRA: 01  
TRAMO: AV. SANTIAGO GERALDO (JR. SAN LORENZO - AV. ROBLES)  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13-05-2022  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 05-06-2022  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 10-06-2022  
COORDENADA: E : 983772  
N : 8285036

#### DATOS PARA EL ENSAYO

| CLASIFICACIÓN:  | SUCS                             | UL   | AASHTO    | A-1       | PROCTOR   | HO-1310  | PLIM-1.672 | N°CAPAS  | 5 |
|-----------------|----------------------------------|------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|----------|---|
| N               | DESCRIPCIÓN                      | UNO  | 12 GOLPES | 26 GOLPES | 55 GOLPES |          |            |          |   |
|                 |                                  |      | MOLDE02   | MOLDE19   | MOLDE23   |          |            |          |   |
| <b>DENSIDAD</b> |                                  |      |           |           |           |          |            |          |   |
|                 | Condición de humedad             |      | Normal    | Saturado  | Normal    | Saturado | Normal     | Saturado |   |
| 1               | Peso suelo húmedo + molde        | g    | 11.586    | 11.771    | 11.627    | 11.784   | 12.036     | 12.113   |   |
| 2               | Peso del molde                   | g    | 7.963     | 7.953     | 7.836     | 7.856    | 8.001      | 8.031    |   |
| 3               | Volumen del molde: REG.          | cc   | 2.110     | 2.110     | 2.104     | 2.104    | 2.135      | 2.135    |   |
| 4               | Peso suelo húmedo: [1]-[2]       | g    | 3.623     | 3.818     | 3.791     | 3.928    | 4.035      | 4.082    |   |
| 5               | Densidad suelo húmedo: [4]/[3]   | g/cc | 1.71      | 1.80      | 1.79      | 1.86     | 1.89       | 1.91     |   |
| 6               | e: Capasula                      | -    | S/N       | S/N       | S/N       | S/N      | S/N        | S/N      |   |
| 7               | Peso del suelo húmedo + capasula | g    | 484.5     | 525.8     | 481.1     | 514.3    | 512.8      | 521.9    |   |
| 8               | Peso del suelo seco + capasula   | g    | 438.4     | 483.2     | 426.6     | 441.6    | 453.5      | 462.6    |   |
| 9               | Peso del agua: [7]-[8]           | g    | 56.1      | 52.6      | 54.5      | 72.7     | 59.3       | 59.3     |   |
| 10              | Peso de la capasula              | g    |           |           |           |          |            |          |   |
| 11              | Peso del suelo seco: [8]-[10]    | g    | 438.4     | 483.2     | 426.6     | 441.6    | 453.5      | 462.6    |   |
| 12              | Contenido de humedad: [9]/[11]   | %    | 13.10     | 10.22     | 12.06     | 16.62    | 13.06      | 13.06    |   |
| 13              | Densidad seca: [5]/(1+12/100)    | g/cc | 1.514     | 1.522     | 1.582     | 1.593    | 1.672      | 1.674    |   |

#### PENETRACIÓN

| CARGA       | LECTURA DIRECTA (NOL) | LECTURA CORREGIDA | LECTURA CORREGIDA | LECTURA CORREGIDA | LECTURA CORREGIDA | LECTURA CORREGIDA | LECTURA CORREGIDA | LECTURA CORREGIDA | LECTURA CORREGIDA |
|-------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| STANDARD    | 12 GOLPES             | 26 GOLPES         | 55 GOLPES         | DIRECTA           | CORREGIDA         | DIRECTA           | CORREGIDA         | DIRECTA           | CORREGIDA         |
| Área (cm²)  | 0.000                 | 0                 | 0                 | 0                 |                   | 0                 |                   | 0                 |                   |
| Área (cm²)  | 0.025                 | 15                | 34                | 67                | 14                | 33                | 16                | 60                |                   |
| Área (cm²)  | 0.050                 | 27                | 63                | 118               | 27                | 62                | 118               | 118               |                   |
| Área (cm²)  | 0.075                 | 40                | 99                | 171               | 30                | 93                | 170               | 170               |                   |
| 10.5 kg/cm² | 0.100                 | 55                | 126               | 231               | 54                | 125               | 142               | 230               | 230               |
| 10.5 kg/cm² | 0.150                 | 80                | 193               | 357               | 80                | 152               | 207               | 356               |                   |
| 10.5 kg/cm² | 0.200                 | 106               | 252               | 474               | 105               | 211               | 237               | 473               | 473               |
| 10.5 kg/cm² | 0.250                 | 122               | 274               | 546               | 121               | 272               |                   | 545               |                   |
| 10.5 kg/cm² | 0.300                 | 130               | 295               | 571               | 129               | 254               |                   | 570               |                   |
| 10.5 kg/cm² | 0.400                 | 161               | 340               | 684               | 150               | 340               |                   | 683               |                   |
| 10.5 kg/cm² | 0.500                 | 171               | 409               | 802               | 170               | 424               |                   | 801               |                   |

#### EXPANSIÓN

| TEMPO    | LECTURA DIRECTA (NOL) | LECTURA CORREGIDA | LECTURA CORREGIDA | LECTURA CORREGIDA | LECTURA CORREGIDA | LECTURA CORREGIDA | LECTURA CORREGIDA | LECTURA CORREGIDA | LECTURA CORREGIDA |
|----------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Fecha    | hora                  | (mm)              | 12 GOLPES         | 26 GOLPES         | 55 GOLPES         | mm                | %                 | mm                | %                 |
| 05/06/22 | 10:40:00 a.m.         | 0                 | 0.00              | 0.00              | 0.00              | 0.00              | 0.00%             | 0.00              | 0.00%             |
| 07/06/22 | 10:40:00 a.m.         | 48                | 93.00             | 86.00             | 75.00             | 2.36              | 2.53%             | 2.16              | 1.91%             |
| 09/06/22 | 10:40:00 a.m.         | 86                | 110.00            | 102.00            | 84.00             | 2.70              | 2.40%             | 2.58              | 2.22%             |

#### RESULTADOS

| ENSAYO CBR          | 12 GOLPES | 26 GOLPES | 55 GOLPES | PROCTOR | Humedad óptima | 13.06% | Penetración | 0.1" | 0.2" |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|---------|----------------|--------|-------------|------|------|
| Densidad Seca prom. | 1.52      | 1.59      | 1.67      |         |                |        |             |      |      |
| Penetración: 0.1"   | 4.0       | 9.5       | 18.0      |         |                |        |             |      |      |
| Penetración: 0.2"   | 4.7       | 11.0      | 21.0      |         |                |        |             |      |      |

#### OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
Ing. Percy Paricacua Tintaya  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Ing. Yuru Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CP N° 210062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.  
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC: 20606413263





### INFORME DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107:2015

Código : F - 017  
Versión : 3.0  
Aprobación : 09/03/20

#### DATOS GENERALES

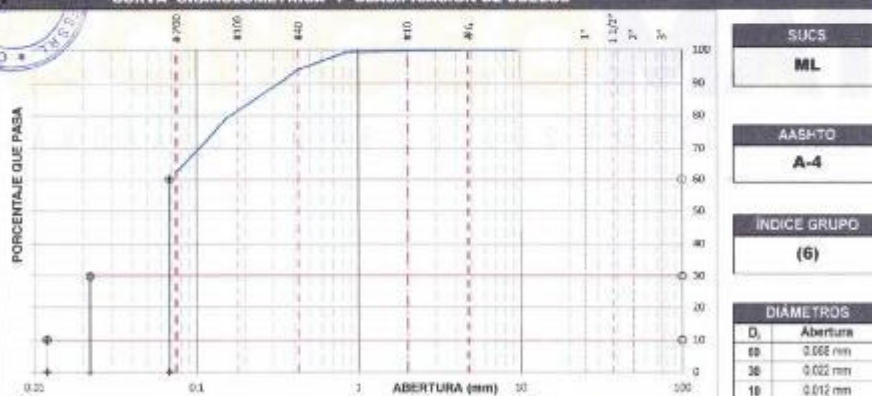
PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUNO, 2022  
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: BACH. HUARSAYA MEDINA, PABLO SARINO  
REGISTRO: C - 2022 - 173  
FECHA: 19-05-2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 16-05-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 19-05-2022  
TRAMO: AV. SANTIAGO GERALDO (JR. SAN LORENZO - AV. ROBLES)  
COORDENADA: E: 380461  
N: 8288506

| TAMIZADO |              |          |       |         |               | RESUMEN                    |        |
|----------|--------------|----------|-------|---------|---------------|----------------------------|--------|
| TAMIZ    |              | RETENIDO |       | PASANTE | ACUMULADO (%) | DESCRIPCIÓN                | VALOR  |
| N        | DENOMINACIÓN | FEEO (g) | %     |         | SUELO         | GENERALES                  |        |
| 1        | ASTM (mm)    |          |       |         |               |                            |        |
| 2        | 3 1/2"       | 90.000   | 0     | 0.0     | 100.0         | Peso muestra seca          | 1.000  |
| 3        | 3"           | 75.000   | 0     | 0.0     | 100.0         | Peso muestra lavada y seca | 391    |
| 4        | 2 1/2"       | 60.000   | 0     | 0.0     | 100.0         | Peso equiv. #44            | 1.000  |
| 5        | 2"           | 50.000   | 0     | 0.0     | 100.0         | Grava lavada               | 0      |
| 6        | 1 1/2"       | 37.500   | 0     | 0.0     | 100.0         | Peso ensayado + #4         | 1.000  |
| 7        | 1"           | 25.000   | 0     | 0.0     | 100.0         | Peso agua + #200           | 853    |
| 8        | 3/4"         | 10.000   | 0     | 0.0     | 100.0         | TIPO DE TAMIZADO           | MANUAL |
| 9        | 1/2"         | 12.500   | 0     | 0.0     | 100.0         | TAMIZADO MÁXIMO            | #4     |
| 10       | 3/8"         | 8.500    | 0     | 0.0     | 100.0         | COEFICIENTES               |        |
| 11       | #4           | 4.750    | 0.0   | 0.0     | 100.0         | Uniformidad (Cu)           | 5.057  |
| 12       | #10          | 2.000    | 3.2   | 0.3     | 99.7          | Curvatura (Cc)             | 0.903  |
| 13       | #20          | 0.850    | 2.1   | 0.2     | 99.5          |                            |        |
| 14       | #40          | 0.425    | 5.7   | 5.4     | 94.1          |                            |        |
| 15       | #100         | 0.150    | 190.7 | 15.5    | 75.8          |                            |        |
| 16       | #200         | 0.075    | 174.3 | 15.6    | 82.2          |                            |        |
| 17       | Fondo        | 0.075    | 803.0 | 82.2    |               |                            |        |
|          |              |          |       |         |               | LIMITES DE ATTERBERG       |        |
|          |              |          |       |         |               | DESCRIPCIÓN                |        |
|          |              |          |       |         |               | Límite Líquido (LL)        | 32.43  |
|          |              |          |       |         |               | Límite Plástico (LP)       | 23.51  |
|          |              |          |       |         |               | Índice Plasticidad (PI)    | 8.92   |

#### CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



#### OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

John Percy Pucacoma Tinkaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Dianhis Yury Jara Velazco  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 210592

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC: 20605413263







### INFORME DE ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD MTC E 110.2016 Y MTC E 111.2016

Código : F - 018  
Versión : 3.0  
Aprobado : efe-22

#### DATOS GENERALES

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUNO, 2022  
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE : BACH. HUARSAYA MEDINA, FABIO SABINO  
REGISTRO : C - 2022 - 173  
FECHA : 20-05-2022

#### DATOS DE MUESTRA

UBICACIÓN : CALICATA 01  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA : 13-05-2022  
DESCRIPCIÓN : SUBRASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 17-05-2022  
MUESTRA : 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO : 20-05-2022  
TRAMO : AV. SANTIAGO GERALDO (JUL. SAN LORENZO - AV. ROBLES)  
COORDENADA : E : 350461  
N : 8288006

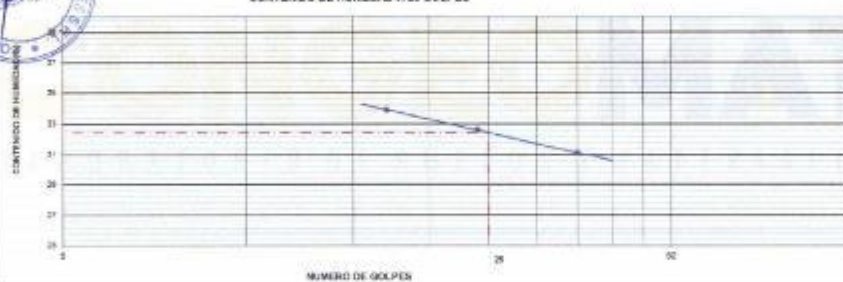
#### LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110)

| DESCRIPCIÓN              | UNIDAD | C-06  | C-12  | C-28  |  |
|--------------------------|--------|-------|-------|-------|--|
| N° CAPSULA               | ID     | C-06  | C-12  | C-28  |  |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g)    | 33.81 | 33.33 | 37.60 |  |
| PESO TARA + SUELO SECO   | (g)    | 33.87 | 33.89 | 33.83 |  |
| PESO DE AGUA             | (g)    | 3.94  | 4.24  | 3.84  |  |
| PESO DE LA TARA          | (g)    | 19.84 | 22.59 | 20.21 |  |
| PESO DEL SUELO SECO      | (g)    | 11.33 | 11.69 | 13.82 |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD     | (%)    | 33.89 | 36.62 | 31.12 |  |
| NÚMERO DE GOLPES         |        | 17    | 24    | 25    |  |

#### LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

| DESCRIPCIÓN              | UNIDAD | T-19  | T-64  |  | PROMEDIO |
|--------------------------|--------|-------|-------|--|----------|
| N° TUBO                  | ID     | T-19  | T-64  |  |          |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g)    | 23.09 | 26.73 |  |          |
| PESO TARA + SUELO SECO   | (g)    | 23.88 | 26.38 |  |          |
| PESO DE LA TARA          | (g)    | 16.44 | 19.03 |  |          |
| PESO DEL SUELO           | (g)    | 1.07  | 1.37  |  |          |
| PESO DEL SUELO SECO      | (g)    | 4.50  | 5.83  |  |          |
| CONTENIDO DE HUMEDAD     | (%)    | 22.62 | 25.60 |  | 24.11    |

#### CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA |       |
|----------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO (%)               | 32.43 |
| LÍMITE PLÁSTICO (%)              | 23.51 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)        | 8.92  |

#### OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por el solicitante.
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante.

CONGEOMAT S.R.L.  
John Perry Paricollana Tintaya  
T.E.C. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Diciembre 2022  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 210692

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC: 20606413263







### INFORME DE ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD MTC E 108:2016

Código : F-015  
Versión : 3.0  
Aprobado : ene-22

#### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUNO, 2022  
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: BACH. HUARSAYA MEDINA, FABIO SABINO  
REGISTRO: C-2022-173  
FECHA: 18-05-2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 15-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 16-05-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 18-05-2022  
TRAMO: AV. SANTIAGO GERALDO (JR. SAN LORENZO - AV. ROBLES)  
COORDENADA: E: 380451  
N: 8285606

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

| ITEM | DESCRIPCIÓN                                  | UNIDAD | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
|------|----------------------------------------------|--------|------------|------------|------------|
| 1    | Peso de recipiente                           | g.     | 81.14      | —          | —          |
| 2    | Peso recipiente + muestra del suelo húmedo   | g.     | 310.60     | —          | —          |
| 3    | Peso recipiente + muestra del suelo seco     | g.     | 295.90     | —          | —          |
| 4    | Peso del agua en la muestra del suelo húmedo | g.     | 14.70      | —          | —          |
| 5    | Peso de muestra de suelo seco                | g.     | 214.76     | —          | —          |
| 6    | Humedad                                      | %      | 6.84       | —          | —          |
| 7    | Humedad Promedio                             | %      | 6.84       |            |            |



#### OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionado por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
Juli Perry Paragahua Tintaya  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Ing. Tary Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.R. N° 210822

Los resultados de este informe corresponden íntica y exclusivamente a la muestra ensayada.  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997184766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC: 20806413263





### INFORME DE ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTC E 115:2016

Código : F - 006  
Versión : 3.0  
Aprobado : ene-22

#### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUNO, 2022

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2022 - 173

SOLICITANTE: BACH HUARSAYA MEDINA, FABIO SABINO

FECHA: 21-05-2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 19-05-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 21-05-2022

TRAMO: AV. SANTIAGO GERALDO (JR. SAN LORENZO - AV. ROBLES)

COORDENADA: E: 380461

N: 8288506

#### COMPACTACIÓN

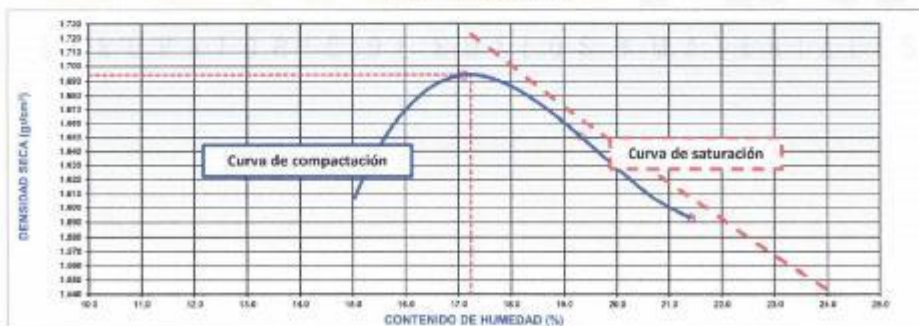
|                                          |        |        |        |        |  |
|------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--|
| MÉTODO DE COMPACTACIÓN                   | "A"    |        |        |        |  |
| NÚMERO DE GOLPES POR CAPA                | 25     |        |        |        |  |
| NÚMERO DE CAPAS                          | 6      |        |        |        |  |
| NÚMERO DE ENSAYOS                        | 1      | 2      | 3      | 4      |  |
| PESO (SUELO + MOLDE) (gr)                | 6890   | 6962   | 6936   | 6898   |  |
| PESO DE MOLDE (gr)                       | 3798   | 3798   | 3798   | 3798   |  |
| PESO SUELO HUMEDO (gr)                   | 2032   | 2154   | 2138   | 2100   |  |
| VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )     | 1086.7 | 1086.7 | 1086.7 | 1086.7 |  |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )     | 1.872  | 1.984  | 1.966  | 1.934  |  |
| PESO UNITARIO SECO (lb/ft <sup>3</sup> ) | 101.4  | 105.8  | 103.1  | 99.4   |  |
| DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )       | 1.624  | 1.684  | 1.651  | 1.593  |  |

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

|                                 |       |       |       |       |  |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|--|
| RECIPIENTE N°                   | s/n   | s/n   | s/n   | s/n   |  |
| PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr) | 473.5 | 497.1 | 567.4 | 530.0 |  |
| PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)   | 410.9 | 424.5 | 467.2 | 436.5 |  |
| PESO DE LA TARA (gr)            |       |       |       |       |  |
| PESO DE AGUA (gr)               | 62.6  | 72.6  | 90.2  | 93.5  |  |
| PESO DE SUELO SECO (gr)         | 410.9 | 424.5 | 467.2 | 436.5 |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%)        | 15.23 | 17.10 | 19.31 | 21.42 |  |

|                                           |       |                                                            |       |
|-------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------|-------|
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.684 | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)                            | 17.24 |
| GRAVEDAD ESPECÍFICA (g/cm <sup>3</sup> )  | 2.481 | PESO UNITARIO SECO MÁXIMO MODIFICADO (lb/ft <sup>3</sup> ) | 106.8 |

#### CURVA DE COMPACTACIÓN



#### OBSERVACIONES

- La muestra o identificación fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Parícutua Tintaya  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Dhennis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164786 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC: 20608413263







### INFORME DE ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO MTC E 132-2016

Código : F - 007  
Versión : 3.0  
Aprobado : 606-22

#### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUNO, 2022  
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: BACH, HUARSAYA MEDINA, FABIO SABINO  
REGISTRO: C-2022-173  
FECHA: 27-06-2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13-06-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 22-06-2022  
MUESTRA: C1  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 27-06-2022  
TRAMO: AV. SANTIAGO GERALDO (JR. SAN LORENZO - AV. ROBLES)  
COORDENADA: E: 380461  
N: 8258506

#### DATOS PARA EL ENSAYO

| CLASIFICACIÓN:  | SUCS                            | ML   | AASH TO   | A-A       | PROCTOR   | RO-17.24 | PL-55-1.534 | N°CAPAS  | 0 |
|-----------------|---------------------------------|------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------|----------|---|
| N               | DESCRIPCIÓN                     | UND  | 12 GOLPES | 28 GOLPES | 55 GOLPES | MOLDE11  | MOLDE22     | MOLDE21  |   |
| <b>DENSIDAD</b> |                                 |      |           |           |           |          |             |          |   |
|                 | Condición de humedad            |      | Normal    | Saturado  | Normal    | Saturado | Normal      | Saturado |   |
| 1               | Peso suelo húmedo + molde       | g    | 11,721    | 11,882    | 12,132    | 12,269   | 12,457      | 12,518   |   |
| 2               | Peso del molde                  | g    | 3,062     | 3,062     | 3,062     | 3,062    | 3,062       | 3,062    |   |
| 3               | Volumen del molde - RFG         | cc   | 2,106     | 2,106     | 2,142     | 2,142    | 2,141       | 2,141    |   |
| 4               | Peso suelo húmedo, [1]-[2]      | g    | 8,659     | 8,820     | 9,070     | 9,207    | 9,395       | 9,456    |   |
| 5               | Densidad suelo húmedo, [4]/[3]  | g/cc | 4.11      | 4.19      | 4.23      | 4.29     | 4.39        | 4.46     |   |
| 6               | Id. Capasula                    |      | S/N       | S/N       | S/N       | S/N      | S/N         | S/N      |   |
| 7               | Peso del suelo húmedo + capsula | g    | 500.5     | 488.2     | 476.4     | 483.2    | 530.8       | 510.2    |   |
| 8               | Peso del suelo seco + capsula   | g    | 426.9     | 383.0     | 406.4     | 401.0    | 452.0       | 428.9    |   |
| 9               | Peso del agua, [7]-[8]          | g    | 73.6      | 105.2     | 70.0      | 82.1     | 77.9        | 81.2     |   |
| 10              | Peso de la capsula              | g    |           |           |           |          |             |          |   |
| 11              | Peso del suelo seco, [8]-[10]   | g    | 426.9     | 383.0     | 406.4     | 401.0    | 452.0       | 428.9    |   |
| 12              | Contenido de humedad, [9]/[11]  | %    | 17.24     | 27.46     | 17.23     | 20.48    | 17.24       | 18.94    |   |
| 13              | Densidad seca, [5]/[1+12/100]   | g/cc | 4.482     | 4.488     | 4.420     | 4.630    | 4.664       | 4.664    |   |

#### PENETRACIÓN

| CARGA                      |       | LECTURA DIRECTA (MM) |           |           | FUERZA (kg) |           |         |           |
|----------------------------|-------|----------------------|-----------|-----------|-------------|-----------|---------|-----------|
| 318 kg/cm <sup>2</sup>     | Pa.kg | 12 GOLPES            | 28 GOLPES | 55 GOLPES | DIRECTA     | CORREGIDA | DIRECTA | CORREGIDA |
| Ampli                      | 0.000 | 0                    | 0         | 0         | 0           |           |         |           |
| platen                     | 0.025 | 7                    | 18        | 28        | 7           |           | 27      |           |
| 20.42 cm <sup>2</sup>      | 0.050 | 16                   | 30        | 49        | 15          |           | 43      |           |
|                            | 0.075 | 22                   | 45        | 79        | 22          |           | 73      |           |
| 76.3 kg-f/cm <sup>2</sup>  | 0.100 | 30                   | 63        | 103       | 29          | 32*       | 102     | 112*      |
|                            | 0.150 | 44                   | 91        | 153       | 44          |           | 152     |           |
| 102.7 kg-f/cm <sup>2</sup> | 0.200 | 59                   | 120       | 203       | 58          | 58*       | 202     | 191*      |
|                            | 0.250 | 68                   | 140       | 234       | 67          |           | 234     |           |
|                            | 0.300 | 72                   | 154       | 256       | 71          |           | 256     |           |
|                            | 0.400 | 80                   | 165       | 286       | 79          |           | 285     |           |
|                            | 0.500 | 86                   | 173       | 326       | 85          |           | 324     |           |

RE CORRECCIÓN DE LA TABLA DE CARGA EN KILÓ ECUACIÓN  $X^2 + 1.000000 X - 0.000000$

#### EXPANSIÓN

| TRIMPO             | LECTURA DIAL (mm) | 0.301"    | mm        | %      | mm    | %     | mm    | %     |
|--------------------|-------------------|-----------|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Fecha Hora (Hrs)   | 12 GOLPES         | 28 GOLPES | 55 GOLPES |        |       |       |       |       |
| 23/05/22 8:00 a.m. | 0                 | 0.00      | 0.00      | 0.00   | 0.00% | 0.00  | 0.00% | 0.00% |
| 24/05/22 8:00 a.m. | 48                | 116.00    | 115.00    | 57.00  | 3.30  | 2.83% | 2.82  | 2.51% |
| 25/05/22 8:00 a.m. | 95                | 153.00    | 134.00    | 118.00 | 3.89  | 3.33% | 3.40  | 2.92% |

#### RESULTADOS

| ENSAYO CBR          |           |           |           | PROCTOR        |        | CBR FINAL   |      |      |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|----------------|--------|-------------|------|------|
| Densidad Seca prom. | 12 GOLPES | 28 GOLPES | 55 GOLPES | Humedad óptima | 17.24% | Penetración | 0.1" | 0.2" |
| Penetración: 0.1"   | 2.2       | 4.7       | 7.3       | MDS            | 1.694  | 100% MDS    | 7.9  | 9.1  |
| Penetración: 0.2"   | 2.6       | 5.4       | 9.1       | 95 % de la MDS | 1.609  | 95 % MDS    | 4.2  | 4.8  |

#### OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Parichima Tinayda  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Diego Yuri Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 210822

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salda Huancané  
RUC:20606413263







### INFORME DE ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO MTC E 132-2016

Código : F - 008  
Versión : 3.0  
Aprobado : ene-22

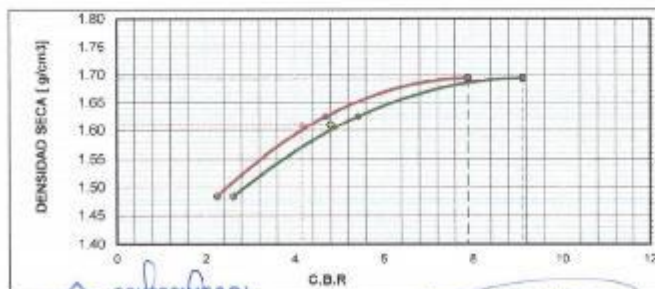
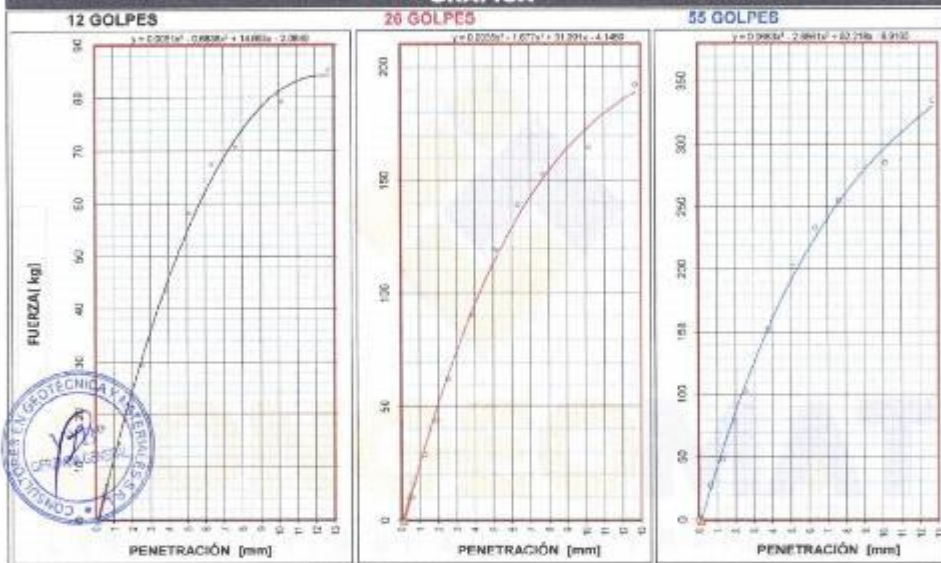
#### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUNO, 2022  
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: RACH HUARSAYA MEDINA, FABIO SABINO  
REGISTRO: C - 2022 - 173  
FECHA: 27-05-2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 22-05-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 27-05-2022  
TRAMO: AV. SANTIAGO GERALDO (JR. SAN LORENZO - AV. ROBLES)  
COORDENADA: E : 380461  
N : 828806

#### GRAFICA



#### CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS

|                       |      |
|-----------------------|------|
| 100% MDS              | 1.60 |
| CBR, PENETRACIÓN 0.1" | 7.9  |
| CBR, PENETRACIÓN 0.2" | 9.1  |
| 95% MDS               | 1.61 |
| CBR, PENETRACIÓN 0.1" | 4.2  |
| CBR, PENETRACIÓN 0.2" | 4.6  |

#### LEYENDA

CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Parichuan Tintaya  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Diana Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210962

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.  
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 406295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC: 20806413263





### RESUMEN DEL ESTRATO

Código : F - 019  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-22

#### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUNO, 2022  
LUGAR: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: BACH. HUARSAYA MEDINA, FABIO SABINO  
REGISTRO: C - 2022 - 173  
FECHA: 27-05-2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 01  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 19-09-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 27-05-2022  
TRAMO: AV. SANTIAGO GERALDO (JR. SAN LORENZO) - AV. ROBLES  
COORDENADA: E: 1330461  
N: 5268096

#### RESUMEN DEL ESTRATO

| ITEM | DESCRIPCIÓN                            | UNIDAD            | RESULTADOS | DETALLES                         |
|------|----------------------------------------|-------------------|------------|----------------------------------|
| 1    | Contenido de humedad                   | %                 | 6.8        | —                                |
| 2    | Clasificación de suelos SUCS           | —                 | ML         | LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD |
| 3    | Clasificación de suelos AASTHO         | —                 | A-4        |                                  |
| 4    | Clasificación AASTHO (ÍNDICE DE GRUPO) | —                 | (8)        |                                  |
| 5    | Porcentaje de Grava                    | %                 | 0.00       | —                                |
| 6    | Porcentaje de Arena                    | %                 | 37.80      | —                                |
| 7    | Porcentaje de Fines                    | %                 | 82.20      | —                                |
| 8    | Límite líquido                         | %                 | 32.43      | —                                |
| 9    | Límite plástico                        | %                 | 23.51      | —                                |
| 10   | Índice de plasticidad                  | %                 | 8.92       | —                                |
| 11   | Esfuerzo máximo                        | mm                | 4.75       | —                                |
| 12   | Peso unitario seco máximo              | kg/m <sup>3</sup> | 105.8      | —                                |
| 13   | Máxima densidad seca                   | g/cm <sup>3</sup> | 1.694      | —                                |
| 14   | Óptimo contenido de humedad            | %                 | 17.24      | —                                |
| 15   | CBR al 100% PENETRACIÓN 0.1"           | %                 | 7.90       | —                                |
| 16   | CBR al 85% PENETRACIÓN 0.1"            | %                 | 4.20       | —                                |

#### OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
John Perry Paricahua Tintay  
TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Diana Yara Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 210652

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra presentada.  
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC: 20606413263







### INFORME DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107.2016

Código : F-017  
Versión : 3.0  
Aprobado : ene-22

#### DATOS GENERALES

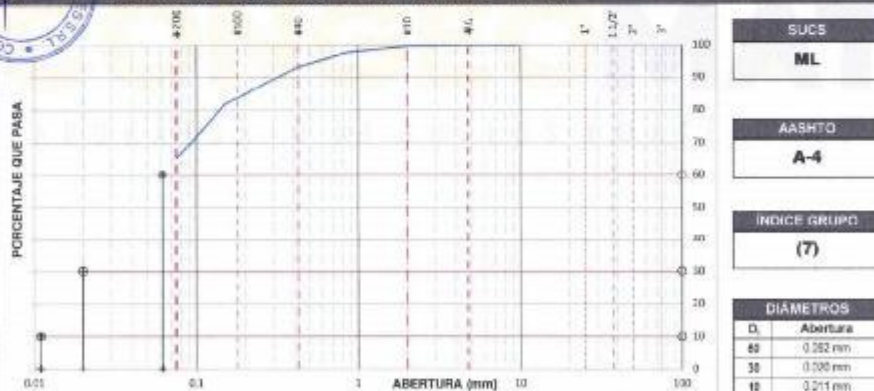
PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUNO, 2022  
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: BACH. HUARSAYA MEDINA, FABIO SABINO  
REGISTRO: C-2022-173  
FECHA: 26-05-2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA C2  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 10-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 23-05-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 26-05-2022  
TRAMO: AV. SANTIAGO GERALDO (JR. SAN LORENZO - AV. ROBLES)  
COORDENADA: E: 380631  
N: 8288857

| TAMIZADO             |              |          |       |         | RESUMEN       |                                  |         |
|----------------------|--------------|----------|-------|---------|---------------|----------------------------------|---------|
| TAMIZ                |              | RETENIDO |       | PASANTE | ACUMULADO (%) | DESCRIPCIÓN                      | VALOR   |
| N°                   | DENOMINACIÓN | PESO (g) | %     | %       | BUELO         |                                  |         |
| GENERALES            |              |          |       |         |               |                                  |         |
| 1                    | ASTN (mm)    | 0        | 0.0   | 100.0   |               | Peso muestra seca                | 1,020 g |
| 2                    | 3/16"        | 75.000   | 0     | 100.0   |               | Peso muestra lavada y seca       | 357 g   |
| 3                    | 7/16"        | 25.000   | 0     | 100.0   |               | Peso agua + H <sub>2</sub> O     | 1,020 g |
| 4                    | 2"           | 50.000   | 0     | 100.0   |               | Grasa sólida                     | 0.0%    |
| 5                    | 1 1/2"       | 37.500   | 0     | 100.0   |               | Peso estirado + H <sub>2</sub> O | 1,020 g |
| 6                    | 1"           | 25.000   | 0     | 100.0   |               | Peso agua + H <sub>2</sub> O     | 993 g   |
| TIPO DE TAMIZADO     |              |          |       |         |               |                                  |         |
| 7                    | 3/4"         | 19.000   | 0     | 100.0   |               | MANUAL                           |         |
| 8                    | 1/2"         | 12.500   | 0     | 100.0   |               | TAMIZADO MÁXIMO                  | 84      |
| COEFICIENTES         |              |          |       |         |               |                                  |         |
| 9                    | 3/8"         | 9.500    | 0     | 100.0   |               |                                  |         |
| 10                   | #4           | 4.750    | 0.0   | 0.0     |               | Uniformidad (U <sub>c</sub> )    | 5.636   |
| 11                   | #10          | 2.000    | 3.1   | 96.7    |               | Curvatura (C <sub>c</sub> )      | 0.907   |
| 12                   | #20          | 0.850    | 15.4  | 84.6    |               |                                  |         |
| 13                   | #40          | 0.425    | 48.0  | 52.0    |               |                                  |         |
| 14                   | #100         | 0.150    | 116.3 | 83.8    |               |                                  |         |
| 15                   | #200         | 0.075    | 171.4 | 65.0    |               |                                  |         |
| 16                   | Fondo        | 0.075    | 662.9 | 65.0    |               |                                  |         |
| LÍMITES DE ATTERBERG |              |          |       |         |               |                                  |         |
| DESCRIPCIÓN          |              |          |       |         |               |                                  |         |
| Límite Líquido (LL)  |              |          |       |         |               |                                  | 34.42   |
| Límite Plástico (LP) |              |          |       |         |               |                                  | 24.81   |

#### CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



#### OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paricahua Tituya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Dicielis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 216062

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.  
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC: 20606413253







### INFORME DE ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD MTC E110.2016 Y MTC E 111-2016

Código : F-018  
Versión : 3.0  
Aprobado : ene-22

#### DATOS GENERALES

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUNO, 2022  
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE : BACH. HUARSAYA MEDINA, FABIO SABINO  
REGISTRO : C-2022-173  
FECHA : 27-03-2022

#### DATOS DE MUESTRA

UBICACIÓN : CALICATA 02  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA : 13-05-2022  
DESCRIPCIÓN : SUBRASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 24-05-2022  
MUESTRA : 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO : 27-06-2022  
TRAMO : AV. SANTIAGO GERALDO (JR. SAN LORENZO - AV. ROBLES)  
COORDENADA E : 330631  
N : 8289857

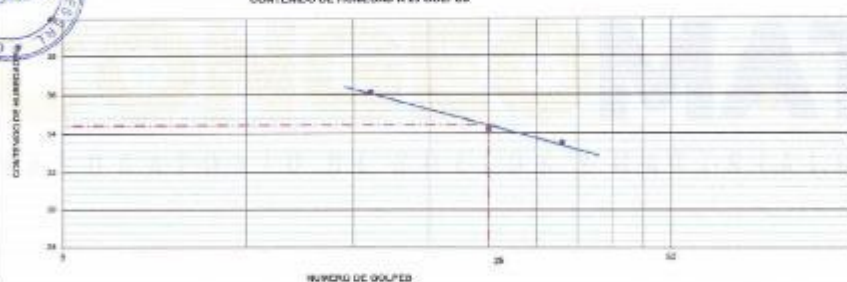
#### LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110)

| DESCRIPCIÓN              | UNIDAD | C-04  | C-12  | C-63  |  |
|--------------------------|--------|-------|-------|-------|--|
| Nº CAPSULA               | ID     | C-04  | C-12  | C-63  |  |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g)    | 35.32 | 36.32 | 36.75 |  |
| PESO TARA + SUELO SECO   | (g)    | 31.13 | 32.27 | 31.72 |  |
| PESO DE AGUA             | (g)    | 4.19  | 4.05  | 3.09  |  |
| PESO DE LA TARA          | (g)    | 19.53 | 20.44 | 19.52 |  |
| PESO DEL SUELO SECO      | (g)    | 11.60 | 11.83 | 11.80 |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD     | (%)    | 30.12 | 34.23 | 30.50 |  |
| NÚMERO DE GOLPES         |        | 16    | 26    | 33    |  |

#### LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

| DESCRIPCIÓN              | UNIDAD | T-16  | T-21  |  | PROYECTOS |
|--------------------------|--------|-------|-------|--|-----------|
| Nº TARTRO                | ID     | T-16  | T-21  |  |           |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g)    | 24.83 | 26.06 |  |           |
| PESO TARA + SUELO SECO   | (g)    | 20.41 | 21.33 |  |           |
| PESO DE LA TARA          | (g)    | 10.44 | 10.16 |  |           |
| PESO DEL SUELO SECO      | (g)    | 14.37 | 16.02 |  |           |
| CONTENIDO DE HUMEDAD     | (%)    | 4.17  | 6.40  |  |           |
|                          |        | 24.40 | 25.15 |  | 34.81     |

#### CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA |       |
|----------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO (%)               | 34.81 |
| LÍMITE PLÁSTICO (%)              | 24.81 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)        | 9.61  |

#### OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por el estudiante.
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante.

CONGEOMAT S.R.L.  
Ing. John Percy Paricahua Tintaya  
TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Ing. Delfino Yung Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210562

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.  
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997154755 - 951404938



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263



INFORME DE ENSAYO  
CONTENIDO DE HUMEDAD  
MTC E 108-2016Código : F - 016  
Versión : 3.0  
Aprobado : ene-22

## DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUNO, 2022

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

SOLICITANTE: BACH. HUARSAYA MEDINA, FABIO SABINO

REGISTRO: C - 2022 - 173

FECHA: 22-05-2022

## DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE (SUELO PATRÓN)

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 20-05-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 22-05-2022

TRAMO: AV. SANTIAGO GERALDO (JR. SAN LORENZO - AV. ROBLES)

COORDENADA: E : 380631  
N : 5258257

## CONTENIDO DE HUMEDAD

| ITEM | DESCRIPCIÓN                                  | UNIDAD | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
|------|----------------------------------------------|--------|------------|------------|------------|
| 1    | Peso de recipiente                           | g      | 88.16      | —          | —          |
| 2    | Peso recipiente + muestra del suelo húmedo   | g      | 308.20     | —          | —          |
| 3    | Peso recipiente + muestra del suelo seco     | g      | 293.40     | —          | —          |
| 4    | Peso del agua en la muestra del suelo húmedo | g      | 14.80      | —          | —          |
| 5    | Peso de muestra de suelo seco                | g      | 205.24     | —          | —          |
| 6    | Humedad                                      | %      | 7.21       | —          | —          |
| 7    | Humedad Promedio                             | %      | 7.21       |            |            |

## OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por el solicitante.
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante.



CONGEOMAT S.R.L.

John Percy Puricagua Tintaya  
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.

Dicielis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.  
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997163768 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC: 20606413263







### INFORME DE ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTC E 115:2016

Código : F - 005  
Versión : 3.0  
Aprobado : eno-22

#### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUNO, 2022

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: G - 2022 - 173

SOLICITANTE: BACH HUARISAYA MEDINA, FABIO SABINO

FECHA: 28-05-2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 26-05-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 28-05-2022

TRAMO: AV. SANTIAGO GERALDO (JR. SAN LORENZO - AV. ROBLES)

COORDENADA: E : 380531

N : 828857

#### COMPACTACIÓN

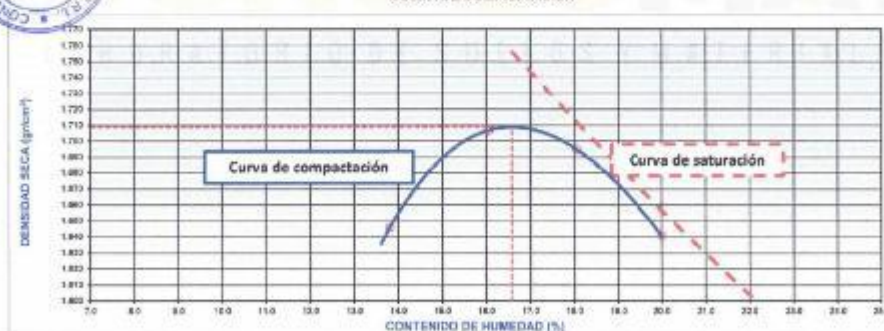
|                                          |   |        |        |        |        |
|------------------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|
| METODO DE COMPACTACIÓN                   | : | "A"    |        |        |        |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA                | : | 25     |        |        |        |
| NUMERO DE CAPAS                          | : | 5      |        |        |        |
| NUMERO DE ENSAYO                         |   | 1      | 2      | 3      | 4      |
| PESO (SUELO + MOLDE) (gr)                |   | 6832   | 5949   | 5970   | 5936   |
| PESO DE MOLDE (gr)                       |   | 3798   | 3798   | 3798   | 3798   |
| PESO SUELO HUMEDO (gr)                   |   | 2034   | 2151   | 2172   | 2138   |
| VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )     |   | 1085.7 | 1085.7 | 1085.7 | 1085.7 |
| DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )     |   | 1.873  | 1.981  | 2.001  | 1.969  |
| PESO UNITARIO SECO (lb/ft <sup>3</sup> ) |   | 102.8  | 106.8  | 105.8  | 102.4  |
| DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )       |   | 1.648  | 1.707  | 1.695  | 1.641  |

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

|                                 |       |       |       |       |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| RECIPIENTE N°                   | s/n   | s/n   | s/n   | s/n   |
| PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr) | 436.1 | 453.2 | 480.4 | 476.2 |
| PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)   | 382.3 | 390.5 | 406.7 | 396.0 |
| PESO DE LA TARA (gr)            |       |       |       |       |
| PESO DE AGUA (gr)               | 52.8  | 62.7  | 73.4  | 79.2  |
| PESO DE SUELO SECO (gr)         | 382.3 | 390.5 | 406.7 | 396.0 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%)        | 13.81 | 16.06 | 18.05 | 20.00 |

|                                           |       |                                                            |       |
|-------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------|-------|
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> ) | 1.708 | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)                            | 16.59 |
| GRAVEDAD ESPECÍFICA (g/cm <sup>3</sup> )  | 2.470 | PESO UNITARIO SECO MÁXIMO MODIFICADO (lb/ft <sup>3</sup> ) | 106.7 |

#### CURVA DE COMPACTACIÓN



#### OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron efectuados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
Ing. Percy Taticahua Tintaya  
TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Ing. Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
C.P. N° 213892

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164768 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC: 20606413263







### INFORME DE ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO MTG E 132.2018

Código : F - 007  
Versión : 3.0  
Aprobado : me.22

#### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUNO 2022  
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: BACH. HUARBAYA MEDINA, FABIO SABINO  
REGISTRO: C - 2022 - 173  
FECHA: 03-06-2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 29-05-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 03-06-2022  
TRAMO: AV. SANTIAGO GERALDO (JR. SAN LORENZO - AV. ROBLES)  
COORDENADA: E : 380631  
N : 8288857

#### DATOS PARA EL ENSAYO

| CLASIFICACIÓN:  | SUCS                            | M.L. | AASHTO    | A.I.      | PROCTOR   | HO=6.59   | PUN=1.709 | M <sup>2</sup> CAPAS | E |
|-----------------|---------------------------------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------|---|
| N               | DESCRIPCIÓN                     | UND  | 12 GOLPES | 25 GOLPES | 55 GOLPES | 12 GOLPES | 25 GOLPES | 55 GOLPES            |   |
| <b>DENSIDAD</b> |                                 |      |           |           |           |           |           |                      |   |
|                 | Condición de humedad            |      | Normal    | Salurado  | Normal    | Salurado  | Normal    | Salurado             |   |
| 1               | Peso suelo húmedo + molde       | g    | 11,768    | 11,843    | 12,348    | 12,221    | 12,217    | 12,287               |   |
| 2               | Peso del molde                  | g    | 6,006     | 6,004     | 6,267     | 6,267     | 6,261     | 6,261                |   |
| 3               | Volumen del molde - REG         | cc   | 2,193     | 2,193     | 2,191     | 2,191     | 2,191     | 2,191                |   |
| 4               | Peso suelo húmedo, [1]/[2]      | g    | 3,754     | 3,837     | 4,081     | 4,083     | 4,083     | 4,256                |   |
| 5               | Densidad suelo húmedo, [4]/[3]  | g/cc | 1,719     | 1,747     | 1,862     | 1,863     | 1,863     | 1,942                |   |
| 6               | Id. Capas                       | -    | SIN       | SIN       | SIN       | SIN       | SIN       | SIN                  |   |
| 7               | Peso del suelo húmedo + capsula | g    | 322.2     | 341.6     | 447.2     | 473.8     | 481.1     | 541.2                |   |
| 8               | Peso del suelo seco + capsula   | g    | 447.8     | 443.9     | 383.6     | 384.1     | 386.9     | 457.2                |   |
| 9               | Peso del agua, [7]-[8]          | g    | 74.4      | 97.7      | 63.6      | 73.7      | 84.2      | 84.1                 |   |
| 10              | Peso de la capsula              | g    |           |           |           |           |           |                      |   |
| 11              | Peso de suelo seco, [8]-[10]    | g    | 447.8     | 443.9     | 383.6     | 384.1     | 386.9     | 457.2                |   |
| 12              | Contenido de humedad, [9]/[11]  | %    | 16.61     | 21.99     | 16.58     | 20.23     | 21.52     | 18.35                |   |
| 13              | Densidad seca, [5]/[1+12/100]   | g/cc | 1.531     | 1.535     | 1.667     | 1.551     | 1.705     | 1.711                |   |

#### PENETRACIÓN

| CARGA         | mm    | LECTURA DIRECTA (NLO) |           |           | FUERZA (kg) |           |         |           |
|---------------|-------|-----------------------|-----------|-----------|-------------|-----------|---------|-----------|
|               |       | 12 GOLPES             | 25 GOLPES | 55 GOLPES | DIRECTA     | CORREGIDA | DIRECTA | CORREGIDA |
| 81.400 kg     | 0     | 0                     | 0         | 0         | 0           |           | 0       |           |
| Asa de        | 0.025 | 6                     | 8         | 32        | 5           |           | 7       |           |
| splitter      | 0.050 | 15                    | 16        | 60        | 10          |           | 15      |           |
| 25.42 cm      | 0.075 | 16                    | 27        | 89        | 15          |           | 23      |           |
| 75.9 kg-6cm2  | 0.100 | 24                    | 35        | 123       | 23          | 34        | 34      | 42        |
|               | 0.150 | 33                    | 45        | 176       | 32          |           | 34      | 42        |
| 105.7 kg-6cm2 | 0.200 | 42                    | 78        | 235       | 42          | 49        | 77      | 83        |
|               | 0.250 | 49                    | 108       | 262       | 49          |           | 103     | 103       |
|               | 0.300 | 54                    | 116       | 283       | 53          |           | 115     | 115       |
|               | 0.400 | 62                    | 142       | 321       | 61          |           | 141     | 141       |
|               | 0.500 | 70                    | 160       | 389       | 69          |           | 155     | 155       |

11 CORRECCIÓN: DE LA CELDA DE CARGA EN NULO EDUACIÓN: X<sup>2</sup> = 1.0000000 X = 0.768700

#### EXPANSIÓN

| TEMPO    |               | LECTURA CALDIN |           |           | ALTURAS |       |      |       |
|----------|---------------|----------------|-----------|-----------|---------|-------|------|-------|
| Fecha    | Hora          | 12 GOLPES      | 25 GOLPES | 55 GOLPES | mm      | %     | mm   | %     |
| 29/05/22 | 12:10:00 p.m. | 0              | 0.00      | 0.00      | 0.30    | 0.00% | 0.80 | 0.00% |
| 31/05/22 | 13:10:00 p.m. | 48             | 188.00    | 181.00    | 2.74    | 2.39% | 2.57 | 2.16% |
| 02/06/22 | 12:10:00 p.m. | 96             | 137.00    | 124.00    | 3.48    | 2.96% | 3.15 | 2.70% |

#### RESULTADOS

| ENSAYO CBR          | 12 GOLPES | 25 GOLPES | 55 GOLPES | PROCTOR        | CBR FINAL |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|----------------|-----------|
| Densidad Seca prom. | 1.53      | 1.60      | 1.71      | Humedad óptima | 11.59%    |
| Penetración: 0.1"   | 1.7       | 2.5       | 3.3       | MDS            | 1.709     |
| Penetración: 0.2"   | 1.3       | 3.5       | 10.4      | 95 % de la MDS | 1.024     |

#### OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paricahua Tintayá  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Elicavis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 210652

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.  
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L. salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164756 - 951404988

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263





### INFORME DE ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO MTC E 132:2016

Código : F - 008  
Versión : 3.0  
Aprobado : ene-22

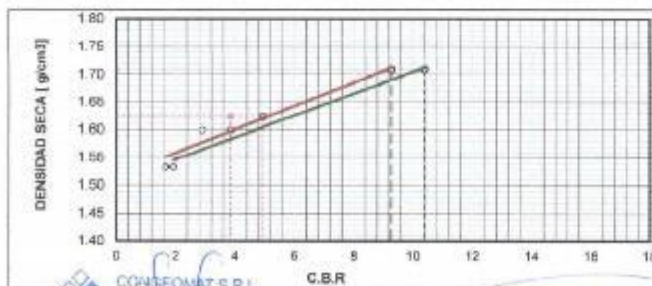
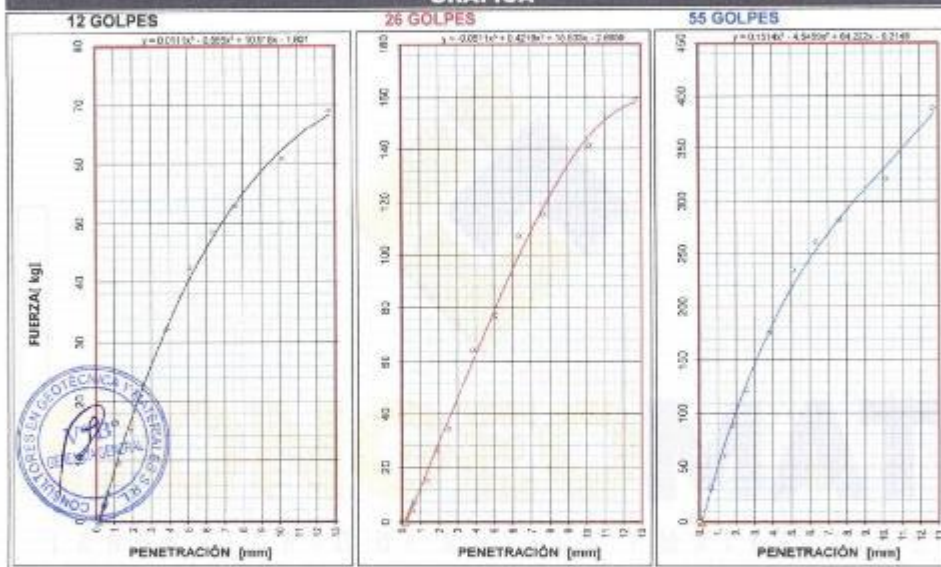
#### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUNO 2022  
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: BACH. HUARSAYA MEDINA, FABIO SABINO  
REGISTRO: C - 2022 - 173  
FECHA: 03-06-2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 29-05-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 03-06-2022  
TRAMO: AV. SANTIAGO GERALDO (JR. SAN LORENZO - AV. ROBLES)  
COORDENADA: E : 380631  
N : 828857

#### GRAFICA



#### CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS

|                       |      |
|-----------------------|------|
| 100% MDS              | 1.71 |
| CBR, PENETRACIÓN 0.1" | 9.2  |
| CBR, PENETRACIÓN 0.2" | 10.4 |
| 95% MDS               | 1.62 |
| CBR, PENETRACIÓN 0.1" | 3.8  |
| CBR, PENETRACIÓN 0.2" | 4.9  |

#### LEYENDA

CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Pucallpa Tinkay  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Dhiovys Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 210652

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.  
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L. salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164755 - 951404988

CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
BUC: 380631-828857







### RESUMEN DEL ESTRATO

Código : F-019  
Versión : 2.0  
Aprobado : 09-02-22

#### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUÑO, 2022

LUGAR: JULIACA - SAN ROMÁN - PUÑO

REGISTRO: C-2022-173

SOLICITANTE: BACH. HUARSAYA MEDINA, FABIO SABINO

FECHA: 03-06-2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 02

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)

FECHA DE RICIO DE ENSAYO: 20-05-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 09-09-2022

TRAMO: AV. SANTIAGO GERALDO (JR. SAN LORENZO - AV. ROBLEZ)

COORDENADA: E: 360631

N: 8283857

#### RESUMEN DEL ESTRATO

| ITEM | DESCRIPCIÓN                            | UNIDAD             | RESULTADOS | DETALLES                         |
|------|----------------------------------------|--------------------|------------|----------------------------------|
| 1    | Contenido de humedad                   | %                  | 7.2        | —                                |
| 2    | Clasificación de suelos SUCS           | —                  | ML         | LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD |
| 3    | Clasificación de suelos AASTHO         | —                  | A-4        |                                  |
| 4    | Clasificación AASTHO (ÍNDICE DE GRUPO) | —                  | (7)        |                                  |
| 5    | Porcentaje de Grava                    | %                  | 0.00       | —                                |
| 6    | Porcentaje de Arena                    | %                  | 36.00      | —                                |
| 7    | Porcentaje de Fines                    | %                  | 66.00      | —                                |
| 8    | Límite líquido                         | %                  | 34.42      | —                                |
| 9    | Límite plástico                        | %                  | 24.81      | —                                |
| 10   | Índice de plasticidad                  | %                  | 9.61       | —                                |
| 11   | Tamaño máximo                          | mm.                | 4.75       | —                                |
| 12   | Peso unitario seco máximo              | kg/m <sup>3</sup>  | 106.7      | —                                |
| 13   | Máxima densidad seca                   | gr/cm <sup>3</sup> | 1.709      | —                                |
| 14   | Óptimo contenido de humedad            | %                  | 16.59      | —                                |
| 15   | CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"          | %                  | 9.30       | —                                |
| 16   | CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"           | %                  | 3.80       | —                                |

#### OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paracahua Tintaya  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Diana Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.  
Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997184766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC: 20606413263







INFORME DE ENSAYO  
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
MTC E 107:2016

|          |        |
|----------|--------|
| Código   | F-017  |
| Versión  | 3.0    |
| Aprobado | ene-23 |

### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUNO, 2022

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO : C-2022-173

**SOLICITANTE:** DACH HUARSAYA MEDINA, FABIO SABINO

ETCHA : 02-08-2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALCATA 03

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13-06-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 30-05-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 02-08-2022

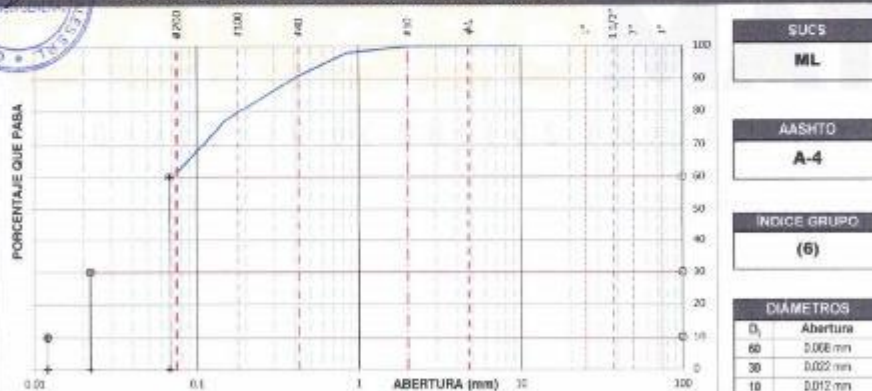
TRAMO: AV. SANTIAGO GERALDO (UR. SAN LORENZO) - AV. ROBLES

COORDENADA: E : 380772

N: 8263036

| TAMIZADO                   |              |          |       |         | RESUMEN       |                                     |        |
|----------------------------|--------------|----------|-------|---------|---------------|-------------------------------------|--------|
| TAMIZ                      |              | RETENIDO |       | PASANTE | ACUMULADO (%) | DESCRIPCIÓN                         | VALOR  |
| N°                         | DENOMINACIÓN | PESO (g) | %     | BUENO   |               |                                     |        |
|                            | ASTM         | (mm)     |       |         |               | GENERALES                           |        |
| 1                          | 3/16"        | 50.000   | 0     | 0.0     | 100.0         | Peso muestra seca                   | 1,000  |
| 2                          | 2"           | 75.000   | 0     | 0.0     | 100.0         | Peso muestra lavada y seca          | 398    |
| 3                          | 2 1/2"       | 60.000   | 0     | 0.0     | 100.0         | Finos equi. <#4                     | 100.0% |
| 4                          | 3"           | 50.000   | 0     | 0.0     | 100.0         | Grava suelta                        | 0.0%   |
| 5                          | 2 1/2"       | 37.500   | 0     | 0.0     | 100.0         | Finos retenido >#4                  | 1,000  |
| 6                          | 2"           | 25.000   | 0     | 0.0     | 100.0         | Finos equi. <#200                   | 61.4%  |
| 7                          | 3/4"         | 18.000   | 0     | 0.0     | 100.0         | TPO DEL TAMIZADO                    | MANUAL |
| 8                          | 1/2"         | 12.500   | 0     | 0.0     | 100.0         | TAMIZADO MÁXIMO                     | #4     |
| 9                          | 3/8"         | 9.500    | 0     | 0.0     | 100.0         | COEFICIENTES                        |        |
| 10                         | #4           | 4.750    | 0.0   | 100.0   |               | Uniformidad (Cu)                    | 5.867  |
| 11                         | #10          | 2.000    | 1.0   | 0.1     | 99.9          | Curvature (Cc)                      | 0.990  |
| 12                         | #20          | 0.850    | 0.5   | 1.9     | 98.0          | LÍMITES DE ATTERBERG<br>DESCRIPCIÓN |        |
| 13                         | #40          | 0.425    | 22.1  | 7.0     | 93.0          |                                     |        |
| 14                         | #100         | 0.150    | 140.1 | 33.8    | 77.4          |                                     |        |
| 15                         | #200         | 0.075    | 164.8 | 16.0    | 61.4          |                                     |        |
| 16                         | Fondo        | 0.075    | 632.4 | 61.4    |               |                                     |        |
| TITENSA                    |              |          |       |         |               |                                     |        |
| Límite Líquido (LL) 34.35  |              |          |       |         |               |                                     |        |
| Límite Plástico (LP) 20.15 |              |          |       |         |               |                                     |        |

## CURVA GRANULOMÉTRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



## OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEMAT S.R.L.  
vs  
Johanna Percy Paricahua Tintaya  
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONCEMAT S.R.L.  
Ingeniero Vary Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
CIP. N° 21082

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada

Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (061) 405285  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988

**CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.**  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20606413263





### INFORME DE ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD MTC E 110:2016 Y MTC E 111:2016

Código : F - D13  
Versión : 3.0  
Aprobado : 09-22

#### DATOS GENERALES

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUNO, 2022  
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE : BACH. HUARSAYA MEDINA, FABIO SABINO  
REGISTRO : C - 2022 - 173  
FECHA : 03-06-2022

#### DATOS DE MUESTRA

UBICACIÓN : CALICATA 03  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA : 13-06-2022  
DESCRIPCIÓN : SUBRASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 21-06-2022  
MUESTRA : 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO : 03-06-2022  
TRAMO : AV. SANTIAGO GERALDO (JR. SAN LORENZO - AV. ROSALES)  
COORDENADA : E : 380772  
N : 8280026

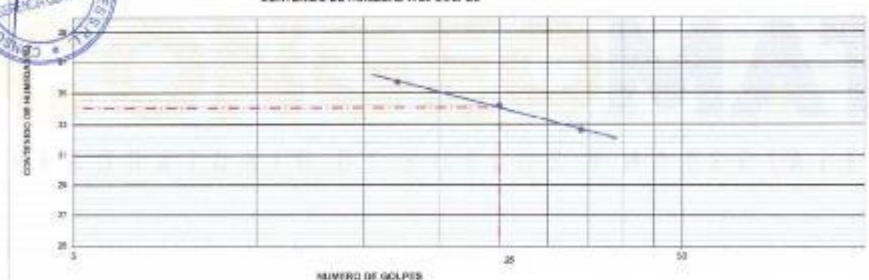
#### LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110)

| DESCRIPCIÓN              | UNIDAD | MUESTRAS |       |       |   |
|--------------------------|--------|----------|-------|-------|---|
| Nº CAPSULA               | 0      | C-07     | C-11  | C-14  | - |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g)    | 35.10    | 33.83 | 36.88 | - |
| PESO TARA + SUELO SECO   | (g)    | 31.14    | 31.81 | 32.72 | - |
| PESO DE AGUA             | (g)    | 3.96     | 4.12  | 4.20  | - |
| PESO DE LA TARA          | (g)    | 23.25    | 19.48 | 19.85 | - |
| PESO DEL SUELO SECO      | (g)    | 11.99    | 12.55 | 12.87 | - |
| CONTENIDO DE HUMEDAD     | (%)    | 35.21    | 34.19 | 32.63 | - |
| NÚMERO DE GOLPES         |        | 17       | 26    | 34    | - |

#### LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

| DESCRIPCIÓN              | UNIDAD | MUESTRAS |       |   |          |
|--------------------------|--------|----------|-------|---|----------|
| Nº TARRO                 | 40     | T-05     | T-23  | - | PROMEDIO |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | (g)    | 22.87    | 24.41 | - | -        |
| PESO TARA + SUELO SECO   | (g)    | 21.88    | 23.19 | - | -        |
| PESO DE LA TARA          | (g)    | 18.52    | 20.48 | - | -        |
| PESO DEL SUELO SECO      | (g)    | 3.91     | 1.93  | - | -        |
| PESO DEL SUELO HUMEDO    | (g)    | 3.44     | 5.23  | - | -        |
| CONTENIDO DE HUMEDAD     | (%)    | 26.45    | 25.75 | - | 26.10    |

#### CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



#### CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

|                           |       |
|---------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO (%)        | 34.96 |
| LÍMITE PLÁSTICO (%)       | 26.10 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) | 7.96  |

#### OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paricahua Tintaya  
TÉC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Dhertis Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210962

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405296  
Cel.: (+51) 987164765 - 951494988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC: 20606413263







### INFORME DE ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD MTC E 108.2018

Código : F - 016  
Versión : 3.0  
Aprobado : ene-22

#### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUNO, 2022

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2022 - 173

SOLICITANTE: BACH. HUARSAYA MEDINA, PABLO SABINO

FECHA: 25-05-2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 23-05-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 25-05-2022

TRAMO: AV. SANTIAGO GERALDO (JR. SAN LORENZO - AV. ROBLE)S

COORDENADA: E : 363772

N : 8280036

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

| ITEM | DESCRIPCIÓN                                  | UNIDAD | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
|------|----------------------------------------------|--------|------------|------------|------------|
| 1    | Peso de recipiente                           | g.     | 81.63      | —          | —          |
| 2    | Peso recipiente + muestra del suelo húmedo   | g.     | 315.60     | —          | —          |
| 3    | Peso recipiente + muestra del suelo seco     | g.     | 302.00     | —          | —          |
| 4    | Peso del agua en la muestra del suelo húmedo | g.     | 13.60      | —          | —          |
| 5    | Peso de muestra de suelo seco                | g.     | 220.37     | —          | —          |
| 6    | Humedad                                      | %      | 6.17       | —          | —          |
| 7    | Humedad Promedio                             | %      | 6.17       |            |            |



#### OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paracatua Tintaya  
TEL. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Alberto Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 210602

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 987164786 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC: 20606413263







### INFORME DE ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO

MTC E 115:2016

Código : F-006  
Versión : 3.0  
Aprobado : ene-22

#### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUNO, 2022

UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C-2022-173

SOLICITANTE: BACH HUARSAYA MEDINA, FABIO SABINO

FECHA: 04-05-2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 02-06-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 04-06-2022

TRAMO: AV. SANTIAGO GERALDO (JR. SAN LORENZO - AV. ROBLES)

COORDENADA: E: 390772

N: 6289036

#### COMPACTACIÓN

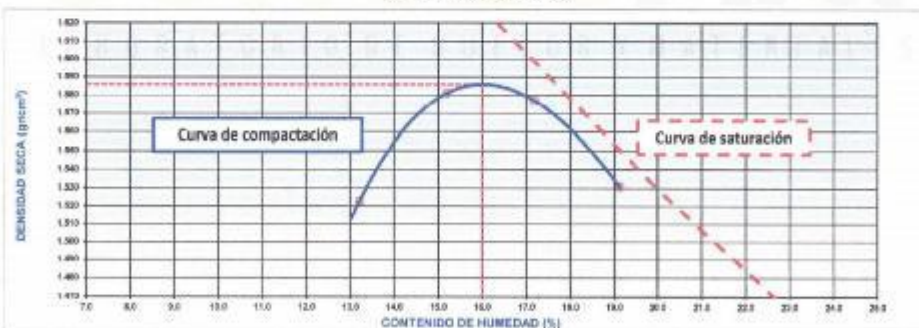
|                                          |        |        |        |        |  |
|------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--|
| METODO DE COMPACTACION                   | "A"    |        |        |        |  |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA                | 25     |        |        |        |  |
| NUMERO DE CAPAS                          | 5      |        |        |        |  |
| NUMERO DE ENSAYO                         | 1      | 2      | 3      | 4      |  |
| PESO (SUELO + MOLDE) (gr)                | 5670   | 5775   | 5804   | 5778   |  |
| PESO DE MOLDE (gr)                       | 3758   | 3758   | 3758   | 3758   |  |
| PESO SUELO HUMEDO (gr)                   | 1872   | 1977   | 2006   | 1960   |  |
| VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )     | 1065.7 | 1065.7 | 1065.7 | 1065.7 |  |
| DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )    | 1.724  | 1.821  | 1.843  | 1.824  |  |
| PESO UNITARIO SECO (lb/ft <sup>3</sup> ) | 95.1   | 98.7   | 98.4   | 95.6   |  |
| DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )      | 1.523  | 1.581  | 1.577  | 1.531  |  |

#### CONTENIDO DE HUMEDAD

|                                 |       |       |       |       |  |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|--|
| RECIPIENTE N°                   | s/n   | s/n   | s/n   | s/n   |  |
| PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr) | 528.0 | 518.0 | 574.4 | 455.5 |  |
| PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)   | 464.6 | 449.7 | 490.2 | 382.4 |  |
| PESO DE LA TARA (gr)            |       |       |       |       |  |
| PESO DE AGUA (gr)               | 61.4  | 68.3  | 84.2  | 73.1  |  |
| PESO DE SUELO SECO (gr)         | 464.6 | 449.7 | 490.2 | 382.4 |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%)        | 13.22 | 15.19 | 17.18 | 19.12 |  |

|                                            |       |                                                            |       |
|--------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------|-------|
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> ) | 1.586 | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)                            | 16.99 |
| GRAVEDAD ESPECÍFICA (gr/cm <sup>3</sup> )  | 2.204 | PESO UNITARIO SECO MÁXIMO MODIFICADO (lb/ft <sup>3</sup> ) | 99.0  |

#### CURVA DE COMPACTACIÓN



#### OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paricalhua Tintayá  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Gloria Tary Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 210662

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada. Está prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salda Huancané  
RUC:20606413263





### INFORME DE ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO MTC E 132:2016

Código : F-007  
Versión : 3.0  
Aprobado : ene-22

#### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUNO, 2022  
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: BACH. HUARSAYA MEDINA, FABIO SABINO  
REGISTRO: C-2022-173  
FECHA: 10-05-2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 06-05-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 10-05-2022  
TRAMO: AV. SANTIAGO GERALDO (JR. SAN LORENZO - AV. ROBLES)  
COORDENADA: E: 380772  
N: 8289436

#### DATOS PARA EL ENSAYO

| CLASIFICACIÓN   | SUCS                             | M.   | AASHTO    | A-A       | PROCTOR   | HO-15.99  | P-JM-1.566 | N°CAPAS   | S |
|-----------------|----------------------------------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|---|
| N               | DESCRIPCIÓN                      | UND  | 13 GOLPES | 26 GOLPES | 55 GOLPES | 13 GOLPES | 26 GOLPES  | 55 GOLPES |   |
|                 |                                  |      | MOLDE08   | MOLDE16   | MOLDE25   |           |            |           |   |
| <b>DENSIDAD</b> |                                  |      |           |           |           |           |            |           |   |
|                 | Condición de humedad             |      | Normal    | Secado    | Normal    | Secado    | Normal     | Secado    |   |
| 1               | Peso suelo húmedo + molde        | g    | 11,445    | 11,611    | 11,301    | 12,025    | 12,689     | 12,791    |   |
| 2               | Peso del molde                   | g    | 7,963     | 7,963     | 8,141     | 8,141     | 8,748      | 8,748     |   |
| 3               | Volumen del molde (MOLDE)        | cc   | 2,107     | 2,107     | 2,152     | 2,152     | 2,142      | 2,142     |   |
| 4               | Peso suelo húmedo (1)-(2)        | g    | 3,482     | 3,648     | 3,160     | 3,884     | 3,941      | 4,043     |   |
| 5               | Densidad suelo húmedo (4)/(3)    | g/cc | 1.65      | 1.73      | 1.47      | 1.80      | 1.84       | 1.87      |   |
| 6               | Id. Capasula                     | g    | 5.94      | 5.94      | 5.94      | 5.94      | 5.94       | 5.94      |   |
| 7               | Peso del suelo húmedo + capsula  | g    | 474.2     | 486.3     | 483.8     | 508.5     | 498.1      | 509.9     |   |
| 8               | Peso del suelo seco + capsula    | g    | 408.8     | 412.5     | 408.8     | 441.5     | 429.4      | 474.9     |   |
| 9               | Peso del agua (7)-(8)            | g    | 65.4      | 73.8      | 75.0      | 66.9      | 68.7       | 35.1      |   |
| 10              | Peso de la capsula               | g    |           |           |           |           |            |           |   |
| 11              | Peso del suelo seco (8)-(10)     | g    | 408.8     | 412.5     | 408.8     | 441.5     | 429.4      | 474.9     |   |
| 12              | Gravimetrica de humedad (9)/(11) | %    | 16.01     | 17.85     | 18.36     | 15.15     | 16.00      | 7.31      |   |
| 13              | Densidad seca (5)(11)/(100)      | g/cc | 1.425     | 1.433     | 1.528     | 1.530     | 1.586      | 1.585     |   |

#### PENETRACIÓN

| BANDA        | LECTURA DIRECTA (NLO) | DIRECTA   | CORREGIDA | FUERZA (kg) | DIRECTA   | CORREGIDA |
|--------------|-----------------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|
| STANDAR      | 12 GOLPES             | 26 GOLPES | 55 GOLPES | DIRECTA     | CORREGIDA | DIRECTA   |
| Artículo     | 0                     | 0         | 0         | 0           |           |           |
| g/450        | 7                     | 23        | 34        | 6           |           |           |
| 26.42 cm2    | 0.060                 | 13        | 30        | 59          | 12        |           |
|              | 0.075                 | 23        | 61        | 97          | 22        |           |
| 79.3 kg/cm2  | 0.100                 | 32        | 91        | 131         | 31        | 34*       |
|              | 0.150                 | 46        | 125       | 185         | 45        | 124       |
| 105.7 kg/cm2 | 0.200                 | 60        | 157       | 250         | 60        | 99*       |
|              | 0.250                 | 70        | 164       | 295         | 70        | 163       |
|              | 0.300                 | 74        | 180       | 324         | 75        | 165       |
|              | 0.400                 | 97        | 224       | 360         | 95        | 223       |
|              | 0.500                 | 124       | 270       | 410         | 123       | 268       |

14 CORRECCIÓN DE LA CELDA DE CARGA EN NLO ECUACIÓN:  $X^2 + 1.0600000X - 0.766700$

#### EXPANSIÓN

| TIEMPO                | LECTURA CALDI | 0.001"    | ALTURAS   | H <sub>max</sub> |
|-----------------------|---------------|-----------|-----------|------------------|
| Fecha Hora (HH)       | 12 GOLPES     | 26 GOLPES | 55 GOLPES |                  |
| 05/05/22 9:30:00 a.m. | 0             | 0.00      | 0.00      | 0.00             |
| 07/05/22 9:30:00 a.m. | 43            | 102.00    | 97.00     | 83.00            |
| 09/05/22 9:30:00 a.m. | 95            | 128.00    | 105.00    | 97.00            |

#### RESULTADOS

| ENSAYO CBR          | 13 GOLPES | 26 GOLPES | 55 GOLPES | PROCTOR               | CBR FINAL        |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|------------------|
| Densidad seca prom. | 1.43      | 1.53      | 1.59      | Humedad óptima 15.09% | Penetración 0.1" |
| Penetración: 0.1"   | 2.3       | 6.2       | 9.8       | MDS 1.530             | 100% MDS 9.0     |
| Penetración: 0.2"   | 2.7       | 6.9       | 11.5      | 95 % de la MDS 1.537  | 95 % MDS 9.1     |

#### OBSERVACIONES

- La muestra a identificación fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Parichina Tintaya  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Diciembre Yara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 210862

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.  
Esta prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 961404080



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC: 20006413263







### INFORME DE ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO MTC E 132-2016

Código : F-008  
Versión : 3.0  
Aprobado : ene-22

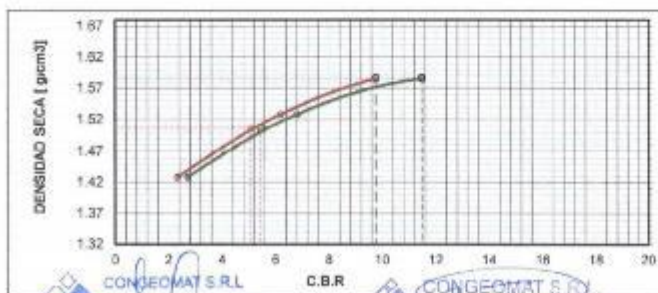
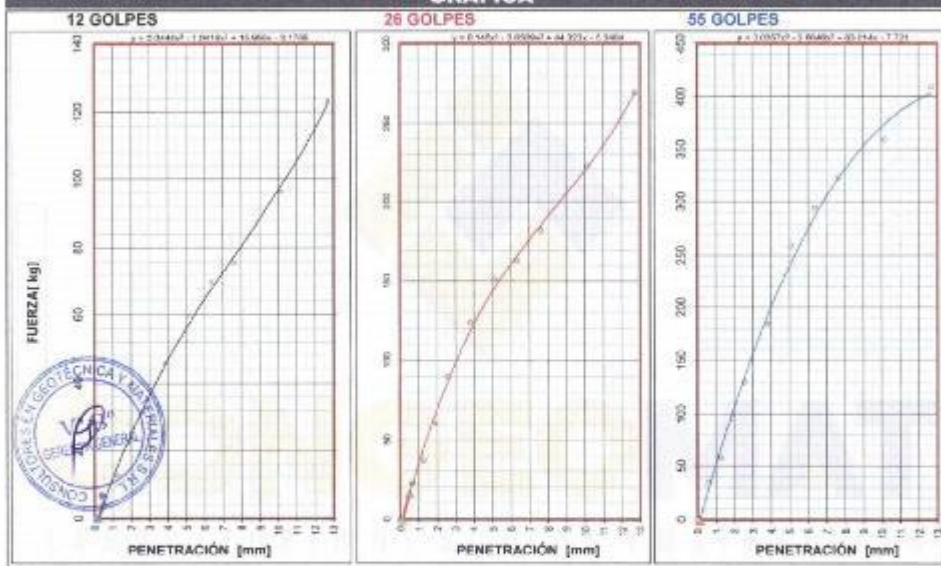
#### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUNO, 2022  
UBICACIÓN: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE: RACH HUARSAYA MEDINA, FARIO SARINO  
REGISTRO: C - 2022 - 173  
FECHA: 10-06-2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13-05-2022  
DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 08-06-2022  
MUESTRA: 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 10-06-2022  
TRAMO: AV. SANTIAGO GERALDO (JR. SAN LORENZO - AV. ROBLES)  
COORDENADA: E : 380772  
N : 8289036

#### GRAFICA



#### CBR AL 100% Y 95% DE LA MDS

|                       |      |
|-----------------------|------|
| 100% MDS              | 1.59 |
| CBR, PENETRACIÓN 0.1" | 9.8  |
| CBR, PENETRACIÓN 0.2" | 11.5 |
| 95% MDS               | 1.51 |
| CBR, PENETRACIÓN 0.1" | 5.1  |
| CBR, PENETRACIÓN 0.2" | 5.4  |

#### LEYENDA

John Percy Parichagua Tintaya  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Ing. Yury Jara Vela  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 210362

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.  
Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Tel.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC:20806413263







### RESUMEN DEL ESTRATO

Código : F - 019  
Versión : 2.0  
Aprobado : ene-22

#### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUNO, 2022

LUGAR: JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

REGISTRO: C - 2022 - 173

SOLICITANTE: BACH. HUARSAYA MEDINA, FABIO SABINO

FECHA: 10-09-2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

UBICACIÓN: CALICATA 03

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13-05-2022

DESCRIPCIÓN: SUBRASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON)

FECHA DE RICIO DE ENSAYO: 23-05-2022

MUESTRA: 01

FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 10-09-2022

TRAMO: AV. SANTIAGO GERALDO (JR. SAN LORENZO - AV. ROBLES)

COORDENADA: E: 380172

N: 5269036

#### RESUMEN DEL ESTRATO

| ITEM | DESCRIPCIÓN                            | UNIDAD             | RESULTADOS | DETALLES                         |
|------|----------------------------------------|--------------------|------------|----------------------------------|
| 1    | Contenido de humedad                   | %                  | 6.2        | LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD |
| 2    | Clasificación de suelos SUCS           | —                  | ML         |                                  |
| 3    | Clasificación de suelos AASTHO         | —                  | A-4        |                                  |
| 4    | Clasificación AASTHO (ÍNDICE DE GRUPO) | —                  | (6)        |                                  |
| 5    | Porcentaje de Grava                    | %                  | 0.00       | —                                |
| 6    | Porcentaje de Arena                    | %                  | 38.00      | —                                |
| 7    | Porcentaje de Finos                    | %                  | 61.40      | —                                |
| 8    | Límite líquido                         | %                  | 34.05      | —                                |
| 9    | Límite plástico                        | %                  | 25.10      | —                                |
| 10   | Índice de plasticidad                  | %                  | 7.95       | —                                |
| 11   | Tamaño máximo                          | mm.                | 4.75       | —                                |
| 12   | Peso unitario seco máximo              | lb/ft <sup>3</sup> | 99.0       | —                                |
| 13   | Máxima densidad seca                   | gr/cm <sup>3</sup> | 1.506      | —                                |
| 14   | Último contenido de humedad            | %                  | 15.99      | —                                |
| 15   | CBR al 100%, PENETRACIÓN 0.1"          | %                  | 8.80       | —                                |
| 16   | CBR al 95%, PENETRACIÓN 0.1"           | %                  | 5.10       | —                                |

#### OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por el solicitante

- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paridalmua Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
DIRECTOR Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP N° 210862

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada

Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com

Tel.: (051) 405295

Cel.: (+51) 997164786 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.

Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC: 20606413263





INFORME DE ENSAYO  
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
MTC E 107.2016

Appendix : ena-22

#### DATOS GENERALES

PROYECTO: ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUNO, 2022

REGISTRO: C-2022-173

FECNA: 19-05-2022

#### DATOS DE LA MUESTRA

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA: 13/05/2023

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 16-05-2022

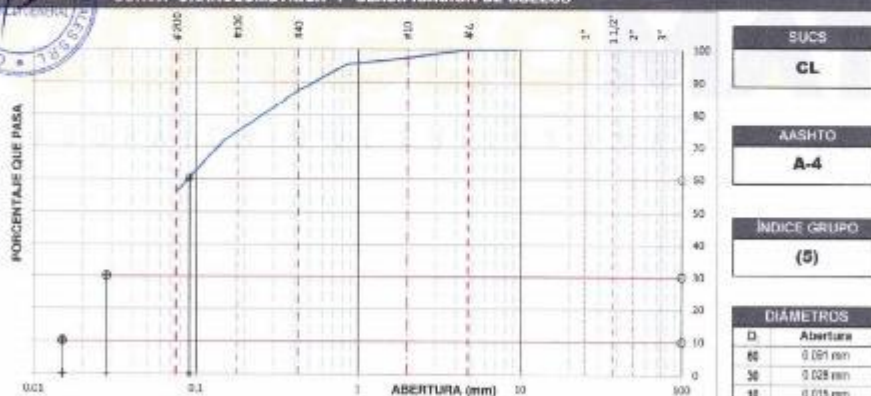
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENBAJO: 19-06-2022

COORDENADO: E 360401

M: 2729276

| TAMIZADO              |           |          |       |         | RESUMEN           |                                     |
|-----------------------|-----------|----------|-------|---------|-------------------|-------------------------------------|
| TAMIZ<br>DENOMINACION |           | RETENIDO |       | PESANTE | A.C.M.T.A.T.O.(%) |                                     |
| N                     |           | PESO (g) | %     | %       | SUELO             |                                     |
| 1                     | ASTM (mm) |          |       |         |                   | GENERALES                           |
| 2                     | 3/16"     | 90.000   | 0.0   | 100.0   |                   | Peso muestra seca 1.025             |
| 3                     | 3"        | 75.000   | 0.0   | 100.0   |                   | Peso muestra lavada y seca 453      |
| 4                     | 2/16"     | 62.000   | 0.0   | 100.0   |                   | Finos ag. (v. 484) 100.0% 1.025     |
| 5                     | 2"        | 50.000   | 0.0   | 100.0   |                   | Grasa usada 0.0% 0.0                |
| 6                     | 1/16"     | 30.000   | 0.0   | 100.0   |                   | Finos ensayado c/m 1.025            |
| 7                     | 1"        | 25.000   | 0.0   | 100.0   |                   | Pres. equiv. +4250 56.3% 972        |
| 8                     | 3/4"      | 16.000   | 0.0   | 100.0   |                   | T.P.C. DE TAMIZADO                  |
| 9                     | 1/2"      | 12.500   | 0.0   | 100.0   |                   | MANUAL                              |
| 10                    | 3/8"      | 8.500    | 0.0   | 100.0   |                   | AA                                  |
| 11                    | 3/4"      | 4.750    | 0.0   | 100.0   |                   | COEFICIENTES                        |
| 12                    | #10       | 2.000    | 24.6  | 24.6    |                   | Uniformidad (C <sub>u</sub> ) 3.067 |
| 13                    | #20       | 0.850    | 10.5  | 10.5    |                   | Curvatura (C <sub>c</sub> ) 0.674   |
| 14                    | #40       | 0.425    | 85.1  | 85.1    |                   |                                     |
| 15                    | #60       | 0.250    | 100.0 | 100.0   |                   |                                     |
| 16                    | #80       | 0.175    | 100.0 | 100.0   |                   |                                     |
| 17                    | Fondo     | 0.075    | 0.9   | 0.9     |                   |                                     |
| 18                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 19                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 20                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 21                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 22                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 23                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 24                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 25                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 26                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 27                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 28                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 29                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 30                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 31                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 32                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 33                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 34                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 35                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 36                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 37                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 38                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 39                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 40                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 41                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 42                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 43                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 44                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 45                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 46                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 47                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 48                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 49                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 50                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 51                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 52                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 53                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 54                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 55                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 56                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 57                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 58                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 59                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 60                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 61                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 62                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 63                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 64                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 65                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 66                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 67                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 68                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 69                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 70                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 71                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 72                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 73                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 74                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 75                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 76                    |           |          |       |         |                   |                                     |
| 77                    |           |          |       |         |                   |                                     |

## CURVA GRANULOMETRICA Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS



## OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por el solicitante
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante

CORGEOMAT S.R.L.

John Percy Fabriciano Tintaya  
TEC. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONCEPT S.R.L.

**Diego Viny Sara Vilca**  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CIP. N° 21092

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.

Está prohibido la reproducción parcial de este documento sin la autorización expresa de COMFORMAT S.R.L., salvo que la reproducción sea en su totalidad.

 [congeomat@gmail.com](mailto:congeomat@gmail.com)

Tel.: (051) 405295

Cell: (+51) 987164786 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.

Juliacca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30. Salida Huancané

RUC:20606413263







### INFORME DE ENSAYO LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO Y ÍNDICE DE PLASTICIDAD

MTC E110.2018 Y MTC E 111.2018

Código : F - 018  
Versión : 3.0  
Aprobado : ene-22

#### DATOS GENERALES

PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELO COHESIVO DE SUBRASANTE CON ACEITE RESIDUAL PARA LA PAVIMENTACIÓN DE LA AV. SANTIAGO GERALDO, JULIACA, PUNO, 2022  
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO  
SOLICITANTE : BACH. HUARSAYA MEDINA, FABIO SABINO  
REGISTRO : C - 2022 - 173  
FECHA : 20-05-2022

#### DATOS DE MUESTRA

UBICACIÓN : CALICATA 01  
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA : 13-05-2022  
DESCRIPCIÓN : SUBRASANTE EXISTENTE (SUELO PATRON) + 2.5% ACEITE RESIDUAL  
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 17-05-2022  
MUESTRA : 01  
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO : 20-05-2022  
TRAMO : AV. SANTIAGO GERALDO (JR. SAN LORENZO - AV. ROBLES)  
COORDENADA : E : 303481  
N : 8288008

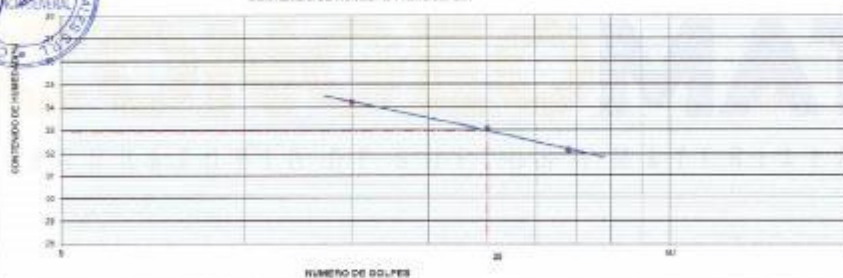
#### LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110)

| DESCRIPCIÓN              | UNIDAD | C-11  | C-23  | C-06  |  |
|--------------------------|--------|-------|-------|-------|--|
| N° CAPSULA               | ID     |       |       |       |  |
| PESO TARA + SUELO HUMEDO | g      | 37.48 | 38.81 | 37.58 |  |
| PESO TARA + SUELO SECO   | g      | 33.48 | 31.70 | 33.20 |  |
| PESO DE AGUA             | g      | 3.90  | 4.11  | 4.38  |  |
| PESO DE LA TARA          | g      | 21.85 | 19.25 | 19.04 |  |
| PESO DEL SUELO SECO      | g      | 11.63 | 12.44 | 13.96 |  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | (%)    | 34.53 | 33.04 | 32.15 |  |
| NÚMERO DE GOLPES         |        | 18    | 35    | 34    |  |

#### LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111)

| DESCRIPCIÓN               | UNIDAD | 1-13  | 1-09  | PROMEDIO |
|---------------------------|--------|-------|-------|----------|
| N° TARRO                  | ID     |       |       |          |
| PESO TARRO + SUELO HUMEDO | (g)    | 25.04 | 25.86 |          |
| PESO TARRO + SUELO SECO   | (g)    | 24.08 | 24.58 |          |
| PESO DE LA TARRA          | (g)    | 19.00 | 18.59 |          |
| PESO DEL SUELO SECO       | (g)    | 5.88  | 1.31  |          |
| PESO DEL SUELO HUMEDO     | (g)    | 4.28  | 5.77  |          |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%)  | (%)    | 22.43 | 22.70 | 22.57    |

#### CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



| CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA |       |
|----------------------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO (%)               | 32.97 |
| LÍMITE PLÁSTICO (%)              | 22.57 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)        | 10.40 |

#### OBSERVACIONES

- La muestra e identificación fue proporcionada por el solicitante.
- Los ensayos fueron ejecutados en conjunto con el solicitante.

CONGEOMAT S.R.L.  
John Percy Paricagua Tintaya  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CONGEOMAT S.R.L.  
Diciela Yury Jara Vilca  
ING. DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
CP. N° 210682

Los resultados de este informe corresponden única y exclusivamente a la muestra ensayada.  
Está prohibida la reproducción parcial de este documento o la autorización escrita de CONGEOMAT S.R.L. salvo que la reproducción sea en su totalidad.

congeomat@gmail.com  
Telf.: (051) 405295  
Cel.: (+51) 997164766 - 951404988



CONSULTORES EN GEOTECNIA Y MATERIALES S.R.L.  
Juliaca: Jr. 16 de diciembre Mz. A Lote 30, Salida Huancané  
RUC: 20606413283







| UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ |                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ficha de recolección de datos               |                                                                                                                                           |
| Tesis:                                      | ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024 |
| Tesista:                                    | Bach. EDWIN RONAL CONDORI MAMANI                                                                                                          |
| Asesor:                                     | Dr. EFRAIN PARILLO SOSA                                                                                                                   |

|                        |                                                                                                                                                 |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Titulo:                | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO APTOS CON DESECHOS DE POLICLORURO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CAPA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| Código:                | E-09                                                                                                                                            |
| Ubicación:             | Lambayeque                                                                                                                                      |
| Agente Estabilizador   | Ladrillo triturado                                                                                                                              |
| Tipo de Estabilización | Química no tradicional                                                                                                                          |

| Muestra                                  | Limite Liquido (%) | Limite Plástico (%) | Índice de Plasticidad (%) | Contenido Optimo de Humedad (%) | Máxima Densidad Seca (gr/cm3) | CBR 0.1" al 100% |
|------------------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------|
| Sin adición                              | 17.26              | 6.54                | 10.72                     | 17                              | 1.701                         | 6.2              |
| Con adición con Ladrillo Triturado (20%) | 24                 | 16                  | 8                         | 12.4                            | 1.828                         | 49.6             |

| Autor                                    | Supervisor |
|------------------------------------------|------------|
| Firma:                                   | Firma:     |
| Nombre: Bach. EDWIN RONAL CONDORI MAMANI | Nombre:    |



TESIS UNA-PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO-PUNO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO APTOS CON DESECHOS DE  
POLICLORURO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA  
CAPA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS**

**PRESENTADO POR:**

**QUISPE SUPO FREDDY**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**PUNO-PERÚ**

**2014**

Repositorio institucional UNA - PUNO



## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                              |                                                                                                                                                     |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO:            | GRANULOMETRÍA                                                                                                                                       |
| SOLICITANTE:                 | RACE FREDDY QUESPE SUYO                                                                                                                             |
| UBICACION DEL PROYECTO:      | PROVINCIA DE PUNO DISTRITO DE PUNO                                                                                                                  |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:   | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO SATURADOS CON DESCHOS DE FENCLOMORFO DE VERDE PARA<br>SUJETO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA SUS BASE DE FUNDAMENTOS |
| CANTILERA:                   | SALCEDO                                                                                                                                             |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO: | ENERO DEL 2014                                                                                                                                      |

| TAMICES<br>ASTM | ABERTURA<br>mm | PESO<br>MUESTRAS PASADO | TITULO<br>PARCIAL | TITULO<br>ACUMULADO | % QUE<br>PASA | PESO<br>NO PASADO | DESCRIPCION DE LA MUESTRA                           |
|-----------------|----------------|-------------------------|-------------------|---------------------|---------------|-------------------|-----------------------------------------------------|
| 2"              | 50.800         | 0.00                    | 0.00              | 0.00                | 100.00        | 0.00              | P.L. = 1027.00                                      |
| 1.5"            | 38.100         | 0.00                    | 0.00              | 0.00                | 100.00        | 0.00              | P.F. = 852.00                                       |
| 1"              | 25.400         | 0.00                    | 0.00              | 0.00                | 100.00        | 0.00              | P.S. = 175.00                                       |
| 3/4"            | 19.000         | 121.55                  | 121.55            | 10.52               | 89.48         | 121.55            | LIMITE DE CONSISTENCIA:<br>L.L. = 16.46             |
| 1/2"            | 12.500         | 111.56                  | 111.56            | 27.81               | 72.19         | 111.56            | L.P. = 15.37                                        |
| 3/8"            | 9.500          | 67.60                   | 67.60             | 34.25               | 65.75         | 67.60             | L.P. = 2.55                                         |
| 1/4"            | 6.350          | 35.31                   | 35.31             | 43.87               | 56.13         | 35.31             | CARACT. GRANULOMETRICAS:<br>D <sub>10</sub> = 0.075 |
| No.4            | 4.750          | 44.30                   | 44.30             | 48.84               | 51.16         | 44.30             | D <sub>30</sub> = 0.325                             |
| No.6            | 2.500          | 36.72                   | 36.72             | 56.16               | 43.84         | 36.72             | D <sub>60</sub> = 7.07                              |
| No.10           | 2.000          | 32.96                   | 32.96             | 57.85               | 42.15         | 32.96             | CLASIFICACION:<br>ASBESTO: A-10                     |
| No.15           | 1.180          | 21.16                   | 21.16             | 61.65               | 38.35         | 21.16             | S.U.C.S. = SV                                       |
| No.20           | 0.850          | 11.16                   | 11.16             | 61.65               | 38.35         | 11.16             |                                                     |
| No.30           | 0.600          | 4.47                    | 4.47              | 68.42               | 31.58         | 4.47              |                                                     |
| No.40           | 0.425          | 4.47                    | 4.47              | 68.42               | 31.58         | 4.47              |                                                     |
| No.50           | 0.300          | 0.00                    | 0.00              | 68.42               | 31.58         | 0.00              |                                                     |
| No.60           | 0.250          | 0.00                    | 0.00              | 68.42               | 31.58         | 0.00              |                                                     |
| No.75           | 0.180          | 0.00                    | 0.00              | 68.42               | 31.58         | 0.00              |                                                     |
| No.100          | 0.150          | 0.00                    | 0.00              | 68.42               | 31.58         | 0.00              |                                                     |
| No.200          | 0.075          | 0.00                    | 0.00              | 68.42               | 31.58         | 0.00              |                                                     |
| BASE            |                | 175.77                  | 175.77            | 100.00              | 0.00          | 175.77            |                                                     |
| TOTAL           |                | 1027.00                 | 1027.00           | 100.00              | 0.00          | 0.00              |                                                     |
| % PERDIDA       |                |                         |                   |                     |               |                   |                                                     |



PESO DE LA MUESTRA: 1027.00 g  
 PESO DE LA MUESTRA: MUESTRA SECA ANTES DE LAVAR: 1027.00 g  
 PESO DE MUESTRA SECA ANTES DE LAVAR: 1027.00 g  
 PESO DE MUESTRA SECA DESPUES DE LAVAR: 1027.00 g  
 PESO DE MUESTRA SECA DESPUES DE LAVAR: 1027.00 g  
 PESO DE MATERIAL QUE HA PASADO LA MALLA No. 200: 175.77 g

514

1027

1027

1027

1027

175.77





#### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



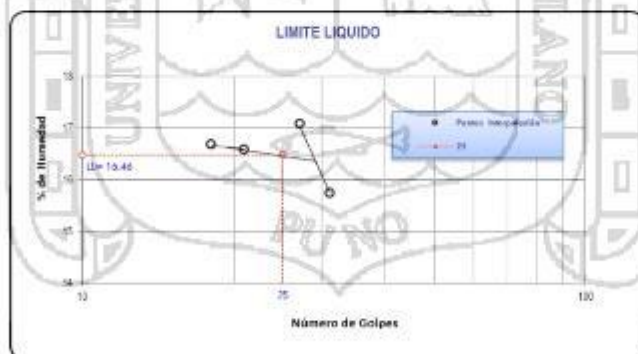
#### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                              |                                                                                                                                            |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO:            | LÍMITES DE CONSISTENCIA                                                                                                                    |
| SOLICITANTE:                 | RACHE PEREZDY QUINPE SUCDO                                                                                                                 |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO:      | PROVINCIA DE PUNO - DISTRITO DE PUNO                                                                                                       |
| DESIGNACIÓN DEL PROYECTO:    | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO APTOS CON DRENAJOS DE POLIÉSTER DE VETILO PARA EL USO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARA BASE Y DE BASE DE PATENTES |
| CANTIDAD:                    | SALUDADO                                                                                                                                   |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO: | ENERO DEL 2014                                                                                                                             |

| LÍMITE LÍQUIDO          |    |        |        |        |        |
|-------------------------|----|--------|--------|--------|--------|
| ENSAYO                  | No | 1      | 2      | 3      | 4      |
| CAPRILLA                | No | 9.2    | 9.12   | 19.66  | 4.1    |
| CAPRILLA + SUELO HUMEDO | g  | 49.72  | 46.53  | 52.37  | 52.13  |
| CAPRILLA + SUELO SECO   | g  | 47.16  | 35.47  | 49.65  | 49.87  |
| AGUA                    | g  | 7.54   | 7.28   | 7.27   | 7.96   |
| PERO DE LA CAPRILLA     | g  | 31.35  | 38.25  | 33.33  | 36.61  |
| PERO DE SUELO SECO      | g  | 15.75  | 19.75  | 16.67  | 14.38  |
| CONTENIDO DE HUMEDAD    | %  | 16.68% | 16.07% | 17.97% | 15.34% |
| NÚMERO DE GOLPES        | N  | 18     | 21     | 27     | 21     |

| LÍMITE PLÁSTICO         |    |        |        |        |        |
|-------------------------|----|--------|--------|--------|--------|
| ENSAYO                  | No | 1      | 2      | 3      | 4      |
| CAPRILLA                | No | 1      | 2      | 3      | 4      |
| CAPRILLA + SUELO HUMEDO | g  | 21.81  | 22.76  | 17.5   | 17.5   |
| CAPRILLA + SUELO SECO   | g  | 21.81  | 22.96  | 17.4   | 17.4   |
| AGUA                    | g  | 0.17   | 0.1    | 0.1    | 0.1    |
| PERO DE LA CAPRILLA     | g  | 20.67  | 21.7   | 16.8   | 16.8   |
| PERO DE SUELO SECO      | g  | 1.24   | 0.58   | 0.6    | 0.6    |
| LÍMITE PLÁSTICO         | %  | 13.71% | 11.24% | 18.87% | 18.87% |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO        | 16.46 |
| LÍMITE PLÁSTICO       | 13.87 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | 2.59  |





### TESIS UNA-PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano



### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



|                             |                                                                                                                                                  |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO            | GRANULOMETRÍA                                                                                                                                    |
| SOLICITANTE                 | RACH FREDDY QUISE SUPO                                                                                                                           |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO      | PROVINCIA DE PUNO-DISTRITO DE PUNO                                                                                                               |
| DESIGNACIÓN DEL PROYECTO    | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO AQUECEN CON EFECTOS DE POLICLORURO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA CATA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA                     | JALLIHUAYA                                                                                                                                       |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO | ENERO DEL 2018                                                                                                                                   |

| TAMICES<br>ASTM | ABERTURA<br>mm | PESO<br>SUELO PASA EL TAMAÑO | % RETENIDO<br>PARCIAL | % RETENIDO<br>ACUMULADO | % QUE<br>PASA | PESO<br>RETENIDO | DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA                       |
|-----------------|----------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------|---------------|------------------|-------------------------------------------------|
| 3"              | 76.203         |                              |                       |                         |               |                  | P.L. = 967.00                                   |
| 2 1/2"          | 63.500         |                              |                       |                         |               |                  | P.F. = 845.00                                   |
| 2"              | 50.800         | 0.00                         | 0.00                  | 0.00                    | 100.00        | 0.00             | P.P. = 102.00                                   |
| 1 1/2"          | 38.100         | 0.00                         | 0.00                  | 0.00                    | 100.00        | 0.00             |                                                 |
| 1"              | 25.400         | 96.61                        | 10.10                 | 10.10                   | 89.90         | 95.61            | LIMITES DE CONSISTENCIA                         |
| 3/4"            | 19.050         | 81.03                        | 8.38                  | 18.48                   | 81.34         | 81.03            | L.L. = 16.33                                    |
| 1/2"            | 12.500         | 386.50                       | 11.24                 | 29.72                   | 68.76         | 106.49           | L.P. = 12.48                                    |
| 3/8"            | 9.525          | 78.89                        | 8.33                  | 38.05                   | 61.72         | 68.88            | I.P. = 4.45                                     |
| 1/4"            | 6.350          | 102.67                       | 10.84                 | 48.89                   | 50.91         | 102.67           |                                                 |
| No.4            | 4.750          | 47.00                        | 5.05                  | 53.94                   | 46.04         | 56.01            | CARACT. GRANULOMETRICAS                         |
| No.6            | 2.500          | 75.00                        | 7.92                  | 61.86                   | 37.95         | 75.00            | U <sub>60</sub> = 0.055 U <sub>200</sub> = 1.32 |
| No.10           | 2.000          | 10.00                        | 1.05                  | 62.91                   | 36.92         | 10.00            | U <sub>30</sub> = 0.415 U <sub>60</sub> = 0.23  |
| No.15           | 1.190          |                              |                       |                         |               |                  | U <sub>100</sub> = 0.01                         |
| No.20           | 0.850          | 32.46                        | 3.43                  | 66.34                   | 33.39         | 32.46            |                                                 |
| No.30           | 0.600          |                              |                       |                         |               |                  | CLASIFICACION:                                  |
| No.40           | 0.425          | 31.71                        | 3.35                  | 69.69                   | 30.04         | 31.71            | AMHIO: A-1-5                                    |
| No.50           | 0.300          |                              |                       |                         |               |                  | S.U.C.S.: GM GC                                 |
| No.60           | 0.250          | 16.73                        | 1.76                  | 71.45                   | 28.04         | 56.79            |                                                 |
| No.80           | 0.180          | 43.00                        | 4.54                  | 76.00                   | 23.50         | 43.00            |                                                 |
| No.100          | 0.150          | 10.65                        | 1.11                  | 77.11                   | 22.33         | 18.65            |                                                 |
| No.200          | 0.075          | 161.31                       | 16.69                 | 93.69                   | 6.31          | 61.31            |                                                 |
| BASE            |                | 102.69                       | 10.84                 | 100.00                  | 0.00          | 0.00             |                                                 |
| TOTAL           |                | 947.00                       | 100.00                |                         |               | 947.00           |                                                 |
| % PERDIDA       |                |                              |                       |                         |               |                  |                                                 |



PEPO DE LA BANDA (g) = 513  
 PEPO DE LA BANDA + PESO (TRAZAS) ANTES DE LAVAR (g) = 1480  
 PEPO DE MUESTRA SECA ANTES DE LAVAR (g) = 947  
 PEPO DE BANDA + PESO (TRAZAS) DESPUES DE LAVAR (g) = 1264  
 PEPO DE MUESTRA SECA DESPUES DE LAVAR (g) = 845  
 PEPO DE MATERIAL QUE HA PASADO LA MALLA NRO 200 (g) = 162



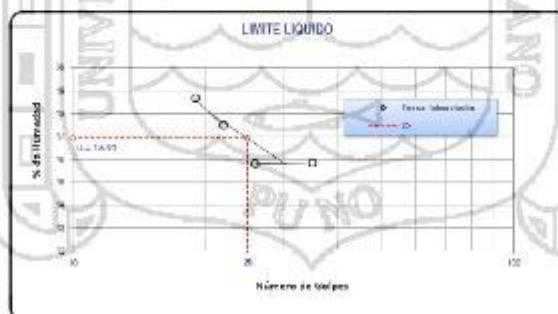
### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                             |                                                                                                                                              |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO            | LÍMITES DE CONSISTENCIA                                                                                                                      |
| SOLICITANTE                 | BACA FREDDY QUESPE SUYO                                                                                                                      |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO      | PROVINCIA DE PUNO - DISTRITO DE PUNO                                                                                                         |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO   | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO APTOS CON DISEÑOS DE POLÍGONO DE VUELTO PARA SU USO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARP. BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTIDADA                   | VALLEHUAYA                                                                                                                                   |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO | ENERO DEL 2014                                                                                                                               |

| LÍMITE LÍQUIDO          |    |        |        |        |        |
|-------------------------|----|--------|--------|--------|--------|
| ENSAYO                  | No | 1      | 2      | 3      | 4      |
| CAPSAULA                | No | T 10   | F 4    | P 5    | T 11   |
| CAPSAULA + SUELO HUMEDO | P  | 48.48  | 55.56  | 55.45  | 53.17  |
| CAPSAULA + SUELO SECO   | P  | 45.45  | 54.54  | 54.5   | 50.75  |
| WMM                     | P  | 8      | 224    | 2.90   | 2.42   |
| RESIDUO LA CAPSAULA     | P  | 30.61  | 27.23  | 21.81  | 22.49  |
| RESIDUO DEL SUELO SECO  | P  | 70.91  | 75.21  | 78.83  | 76.58  |
| CONTENIDO DE LIQUEDAD   | %  | 16.67% | 17.45% | 15.83% | 15.68% |
| NÚMERO DE GOLPES        | N  | 15     | 22     | 25     | 25     |

| LÍMITE PLÁSTICO         |    |        |        |        |   |
|-------------------------|----|--------|--------|--------|---|
| ENSAYO                  | No | 1      | 2      | 3      | 4 |
| CAPSAULA                | No | A 2    | 14.1   | 4.5    |   |
| CAPSAULA + SUELO HUMEDO | P  | 22.93  | 23.15  | 16.5   |   |
| CAPSAULA + SUELO SECO   | P  | 22.81  | 23.95  | 16.42  |   |
| WMM                     | P  | 0.17   | 0.1    | 0.89   |   |
| RESIDUO LA CAPSAULA     | P  | 21.57  | 22.17  | 17.78  |   |
| RESIDUO DEL SUELO SECO  | P  | 1.24   | 0.86   | 0.54   |   |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD   | %  | 12.74% | 11.24% | 12.50% |   |

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO        | 16.93 |
| LÍMITE PLÁSTICO       | 12.48 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | 4.45  |







## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

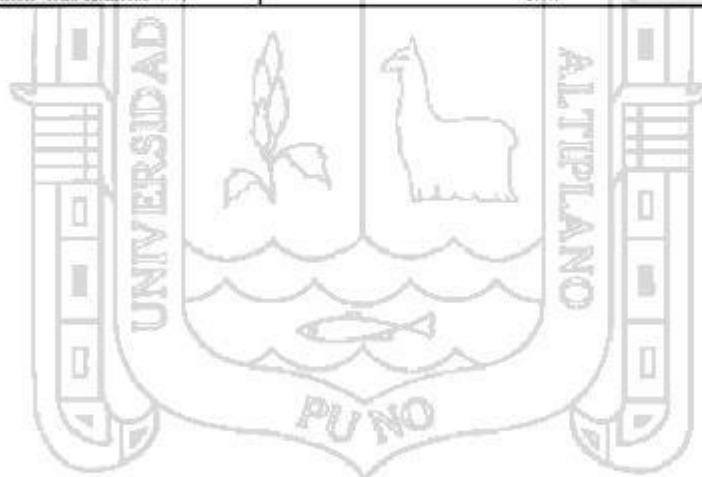
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                              |                                                                                                                                                      |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO:            | CONTENIDO DE HUMEDAD                                                                                                                                 |
| SOLICITANTE:                 | BACH. FREDDY QUISPE SUPO                                                                                                                             |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO:      | PROVINCIA DE PUNO - DISTRITO DE PUNO                                                                                                                 |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:   | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NATURALES CON DISPOSITIVOS DE POLICLORURO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CAPA BASE Y SUB-BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA:                     | CUNTUR WASI                                                                                                                                          |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO: | ENERO DEL 2014                                                                                                                                       |

| Nro. De Tazas             | F-4    | W-20   | P-1    |
|---------------------------|--------|--------|--------|
| Peso de Taza              | 37.22  | 35.40  | 37.61  |
| Peso de Taza + M. Húmeda  | 178.39 | 165.8  | 155.14 |
| Peso de Taza + M. Seca    | 157.29 | 144.05 | 138.16 |
| Peso de Agua              | 21.11  | 19.55  | 16.98  |
| Peso Muestra Seca         | 126.07 | 108.57 | 106.55 |
| Contenido de humedad W%   | 17.57  | 18.01  | 16.85  |
| Promedio cont. Humedad W% | 17.49  |        |        |





## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                             |                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO            | GRANULOMETRÍA                                                                                                                                                             |
| SOLICITANTE                 | BACIL FREDDY QUISPE SUPO                                                                                                                                                  |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO      | PROYUNTA DE PUNO DISTRITO DE PUNO                                                                                                                                         |
| denominación del proyecto   | REHABILITACIÓN DE SUELOS NO SATISFACIDOS CON EXIGENCIAS DE FUNDACIONES DE VESTIDO PARA PUERTO<br>BACIL FREDDY QUISPE SUPO, EN LA CARRETERA 1000 Y 1001 EN LA ZONA DE PUNO |
| CANTERA                     | CUNTA WARI                                                                                                                                                                |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO | ENERO DEL 2014                                                                                                                                                            |

| TAMALLA<br>ACTIVA                                   | AREA DE<br>MUESTRA | WET<br>WEIGHT | WET<br>WEIGHT | WET<br>WEIGHT | WET<br>WEIGHT | WET<br>WEIGHT | WET<br>WEIGHT |
|-----------------------------------------------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 2 1/2"                                              | 30.500             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 2"                                                  | 30.500             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1 1/2"                                              | 30.100             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1"                                                  | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 3/4"                                                | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/2"                                                | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 3/8"                                                | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/4"                                                | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 3/16"                                               | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/16"                                               | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 3/32"                                               | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/32"                                               | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/64"                                               | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/128"                                              | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/256"                                              | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/512"                                              | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/1024"                                             | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/2048"                                             | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/4096"                                             | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/8192"                                             | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/16384"                                            | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/32768"                                            | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/65536"                                            | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/131072"                                           | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/262144"                                           | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/524288"                                           | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/1048576"                                          | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/2097152"                                          | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/4194304"                                          | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/8388608"                                          | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/16777216"                                         | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/33554432"                                         | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/67108864"                                         | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/134217728"                                        | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/268435456"                                        | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/536870912"                                        | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/1073741824"                                       | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/2147483648"                                       | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/4294967296"                                       | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/8589934592"                                       | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/17179869184"                                      | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/34359738368"                                      | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/68719476736"                                      | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/137438953472"                                     | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/274877906944"                                     | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/549755813888"                                     | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/1099511627776"                                    | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/2199023255552"                                    | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/4398046511104"                                    | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/8796093022208"                                    | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/17592186044416"                                   | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/35184372088832"                                   | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/70368744177664"                                   | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/140737488355328"                                  | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/281474976710656"                                  | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/562949953421312"                                  | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/1125899906842624"                                 | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/2251799813685248"                                 | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/4503599627370496"                                 | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/9007199254740992"                                 | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/18014398509481984"                                | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/36028797018963968"                                | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/72057594037927936"                                | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/144115188075855872"                               | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/288230376151711744"                               | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/576460752303423488"                               | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/1152921504606846976"                              | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/2305843009213693952"                              | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/461168601842690137449562112"                      | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/922337203685380274899124224"                      | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/1844674407370760549798248448"                     | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/3689348814741521099596496896"                     | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/7378697629483042199192993792"                     | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/14757395258966084398385987584"                    | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/29514790517932168796771975168"                    | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/59029581035864337593543950336"                    | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/118059162071728675187087900672"                   | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/236118324143457350374175801344"                   | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/472236648286914700748351602688"                   | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/944473296573829401496703205376"                   | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/1888946593147658802993406410752"                  | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/3777893186295317605986812821504"                  | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/7555786372590635211973625643008"                  | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/15111572745181270423947251286016"                 | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/30223145490362540847894502572032"                 | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/60446290980725081695789005144064"                 | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/12089258196150163391778010288128"                 | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/24178516392300326783556020572032"                 | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/48357032784600653567112041152512"                 | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/96714065569201307134224082305024"                 | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/193428131138402614268448164610048"                | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/386856262276805228536896329220096"                | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/77371252455361045707112041152512"                 | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/1547425049107220914268448164610048"               | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/3094850098214441828536896329220096"               | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/618970019642888365707112041152512"                | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/1237940039285776734268448164610048"               | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/2475880078571553468448164610048"                  | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/495176015714310693888164610048"                   | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/990352031428621387776164610048"                   | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/198070406285724275552164610048"                   | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/396140812571448551104164610048"                   | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/792281625142897102208164610048"                   | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/1584563250285794204416164610048"                  | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/3169126500571588408832164610048"                  | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/6338253001143176817632164610048"                  | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/12676506002286353635232164610048"                 | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/25353012004572707270432164610048"                 | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/5070602400914541454086432164610048"               | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/10141204801829082901766432164610048"              | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/202824096036581658035232164610048"                | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/405648192073163316070432164610048"                | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/811296384146326632140832164610048"                | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/162259276829265326281632164610048"                | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/324518553658530652563232164610048"                | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/649037107317061305126432164610048"                | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/1298074214631222610246432164610048"               | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/25961484292624452204812832164610048"              | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/51922968585248904409625632164610048"              | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/10384593717049780819251251232164610048"           | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/207691874340995616384102425632164610048"          | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/41538374868199123276820485126432164610048"        | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/830767497363982465536409610246432164610048"       | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/1661534994727964931072819220486432164610048"      | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/332306998945592986214564038410246432164610048"    | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/664613997891185972429128806810246432164610048"    | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/13292279957823719448582576137610246432164610048"  | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/26584559915647438897165152275210246432164610048"  | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/53169119831294877794330304550410246432164610048"  | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/106338239662589755588660608100810246432164610048" | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.00        | 0.00          |               |
| 1/212676479325179511177321216201610246432164610048" | 25.400             | 0.00          | 0.00          | 0.00          | 100.0         |               |               |

### TESIS UNA-PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano

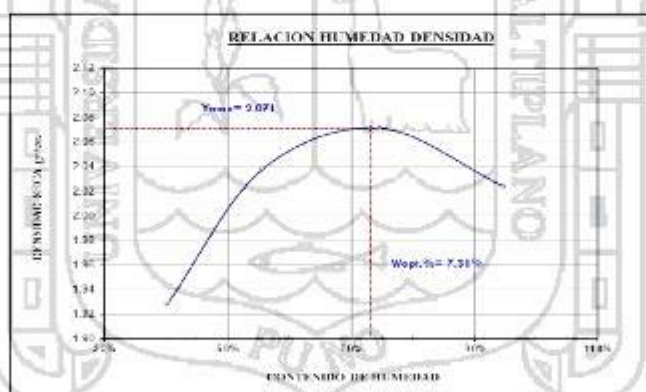
#### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                         |                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO                        | PROCTOR MODIFICADO                                                                                                                                  |
| REALIZADO POR:                          | BACH. FREDDY QUISPE SUPO                                                                                                                            |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO:                 | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                      |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:              | ESTABILIZACIÓN DE SUELO NO ARTIFICIAL CON DISPOSITIVOS DE PUNTO DE VINCULO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CARPA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA                                 | SALCEDO                                                                                                                                             |
| 4% DE PVC RET. Nº 3/8 Y PAS. Nº 3/4 (g) | 240                                                                                                                                                 |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO             | MARZO DEL 2014                                                                                                                                      |
| METODO DE COMPACTACIÓN                  | A (NUMERO DE CAPAS: 05 y NUMERO DE GOLFES POR CAPA: 55)                                                                                             |

|                           |        |         |         |         |         |
|---------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| VELOCIDAD DEL MOLINO      | cm/s   | 2121.48 | 2121.48 | 2121.48 | 2121.48 |
| Peso Suelo Húmedo + Molde | gr.    | 10448   | 10756   | 10915   | 10883   |
| Peso del Molde            | gr.    | 6193    | 6193    | 6193    | 6193    |
| Peso del Suelo Húmedo     | gr/100 | 4255    | 4563    | 4722    | 4700    |
| Densidad del Suelo Húmedo | gr/100 | 2.07    | 2.15    | 2.23    | 2.22    |

|                               |     |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Capsula No                    | No  | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| Suelo Húmedo + Capsula        | gr. | 10424 | 10314 | 10433 | 10776 | 10705 | 12875 | 12907 | 12867 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr. | 10038 | 10138 | 10043 | 10379 | 10638 | 11864 | 12425 | 12887 |
| Peso del Agua                 | gr. | 386   | 176   | 390   | 397   | 667   | 1011  | 482   | 980   |
| Peso de la Capsula            | gr. | 1899  | 1837  | 1831  | 1869  | 1838  | 2328  | 2438  | 2285  |
| Peso del Suelo Seco           | gr. | 8139  | 8301  | 8212  | 8510  | 8791  | 10536 | 10187 | 10602 |
| % de Humedad                  | %   | 4.03% | 4.21% | 5.25% | 5.29% | 7.59% | 7.59% | 5.58% | 5.48% |
| Promedio de Humedad           | %   | 5.62% |       |       |       |       |       |       |       |
| Densidad del Suelo Seco       | %   | 2.07  |       |       |       |       |       |       |       |

|                      |              |
|----------------------|--------------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA | : 2.07 gr/cc |
| HUMEDAD OPTIMA       | : 7.58%      |







## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                         |                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO                        | CBR                                                                                                                                             |
| REALIZADO POR                           | BACH. FREDDY QUESPE SUPO                                                                                                                        |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO                  | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                  |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO               | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO AFITOS CON RESIDUOS DE POLICLOURO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CAPA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA                                 | SAICRIDO                                                                                                                                        |
| 4% DE PVC RET. Nº 5/8 X BASE Nº 3/4 (g) | 240                                                                                                                                             |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO             | MARZO DE 2014                                                                                                                                   |
| MÉTODO DE COMPACTACIÓN                  | A                                                                                                                                               |

|                           |          |          |          |
|---------------------------|----------|----------|----------|
| MOLDE No                  | 1        | 2        | 3        |
| No DE CAPAS               | 5        | 5        | 5        |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 12       | 25       | 56       |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SATURADO | SATURADO | SATURADO |

|                           |      |         |         |         |
|---------------------------|------|---------|---------|---------|
| Peso Suelo Húmedo + Molde | gr   | 12617   | 12853   | 13052   |
| Peso del Molde            | gr   | 7803    | 7880    | 7922    |
| Peso del Suelo Húmedo     | gr   | 4814    | 4973    | 5110    |
| Volumen del Suelo         | cc   | 2264.33 | 2268.32 | 2274.81 |
| Densidad del Suelo Húmedo | g/cc | 2.107   | 2.191   | 2.250   |

|                               |      |        |        |        |       |        |       |
|-------------------------------|------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|
| Capsula No                    | No   | 1      | 2      | 3      | 4     | 5      | 6     |
| Suelo Húmedo + Capsula        | gr   | 101.89 | 102.25 | 102.12 | 98.28 | 102.12 | 89.20 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr   | 96.08  | 97.27  | 97.05  | 91.03 | 96.79  | 84.43 |
| Peso del Agua                 | gr   | 5.90   | 5.51   | 5.46   | 5.19  | 5.74   | 4.77  |
| Peso de la Capsula            | gr   | 16.26  | 21.21  | 20.07  | 18.98 | 17.11  | 16.79 |
| Peso del Suelo Seco           | gr   | 79.33  | 75.06  | 75.95  | 72.53 | 79.67  | 67.64 |
| % de Humedad                  | %    | 7.44%  | 7.34%  | 7.09%  | 7.19% | 7.29%  | 7.05% |
| Promedio de Humedad           | %    | 7.34%  |        | 7.12%  |       | 7.13%  |       |
| Densidad del Suelo Seco       | g/cc | 1.983  |        | 2.048  |       | 2.100  |       |

### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora       | Tiempo | Dial | Expansión<br>mm % | Dial | Expansión<br>mm % | Dial  | Expansión<br>mm % |
|------------|------------|--------|------|-------------------|------|-------------------|-------|-------------------|
| 16/03/2014 | 17:26 p.m. | 01     | 1375 | 0                 | 1377 | 2                 | 1345  | 0                 |
| 20/03/2014 | 12:25 p.m. | 061    | 1384 | -0.11 -0.088      | 1234 | 0.055 0.055       | 18468 | -0.022 -0.02      |

### PENETRACIÓN

| Penetración<br>mm | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No 1 |       |        |         | MOLDE No 2 |        |        |         | MOLDE No 3 |        |        |         |
|-------------------|--------|------------|------------|-------|--------|---------|------------|--------|--------|---------|------------|--------|--------|---------|
|                   |        |            | KN         | Kg    | Kg/cm2 | Correc. | KN         | Kg     | Kg/cm2 | Correc. | KN         | Kg     | Kg/cm2 | Correc. |
| 0.63              | 00:30  |            | 0.91       | 95.8  | 4.8    |         | 2.36       | 239.4  | 11.65  |         | 7.05       | 209.0  | 10.6   |         |
| 1.27              | 01:00  |            | 1.09       | 109.7 | 9.7    |         | 5.01       | 510.7  | 25.03  |         | 4.75       | 484.7  | 24.5   |         |
| 1.91              | 01:30  |            | 2.06       | 209.5 | 14.7   |         | 7.96       | 810.4  | 40.97  |         | 7.92       | 807.4  | 40.6   |         |
| 2.54              | 02:00  | 70.31      | 3.71       | 370.2 | 19.1   |         | 10.80      | 1101.0 | 55.65  |         | 12.69      | 1290.6 | 55.4   |         |
| 3.81              | 03:00  |            | 5.34       | 544.4 | 27.5   |         | 15.77      | 1607.6 | 81.25  |         | 19.16      | 1953.2 | 96.7   |         |
| 5.09              | 04:00  | 105.00     | 5.40       | 563.0 | 34.5   |         | 19.49      | 1995.8 | 100.43 |         | 24.42      | 2489.4 | 125.0  |         |



### TESIS UNA-PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano



## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

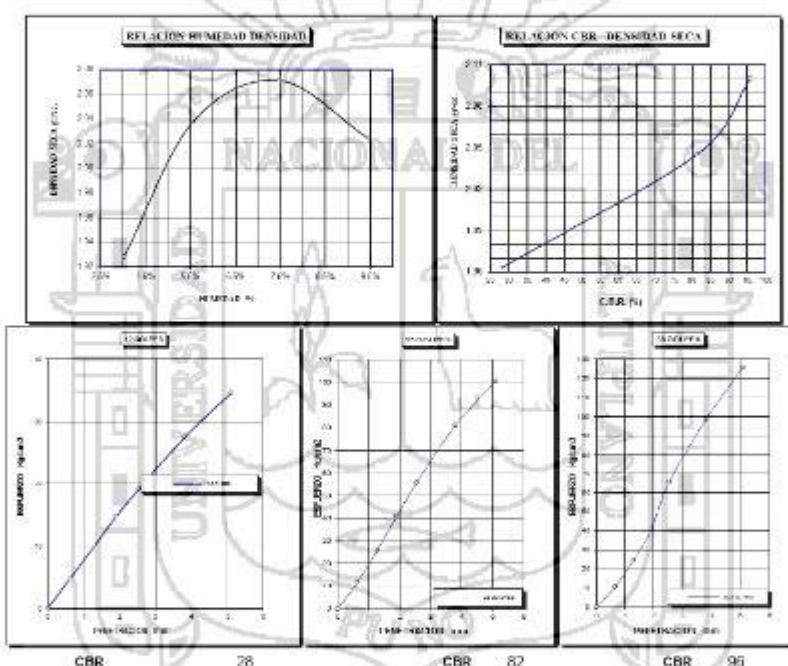
### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                        |                                                                                                                                                    |                          |        |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------|
| ENSAYO REALIZADO                       | CBR                                                                                                                                                |                          |        |
| REALIZADO POR                          | BACH. FREDDY QUISPE SUPO                                                                                                                           |                          |        |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO                 | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                     |                          |        |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO              | ESTABLECIMIENTO DE SUELOS NO APTOS CON DISTINGUOS DE PULVERIZADO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA CAPA BASE Y SUS BASE DE PAVIMENTOS |                          |        |
| CANTERA                                | SALCEDO                                                                                                                                            |                          |        |
| TA DE PULV. RET. Nº 40 Y PAS Nº 20 (g) | 740                                                                                                                                                |                          |        |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO            | MARZO DE 2011                                                                                                                                      |                          |        |
| METODO DE COMPACTACIÓN                 | A (usado material pasante tamiz Nº 4)                                                                                                              |                          |        |
| DENSIDAD SECA MÁXIMA                   | 2.07 g/cm <sup>3</sup>                                                                                                                             | HUMEDAD ÓPTIMA           | 7.51 % |
| CBR AL 100% DE M.D.S. (%)              | 96                                                                                                                                                 | CBR AL 95% DE M.D.S. (%) | 30.6   |



### TESIS UNA-PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano

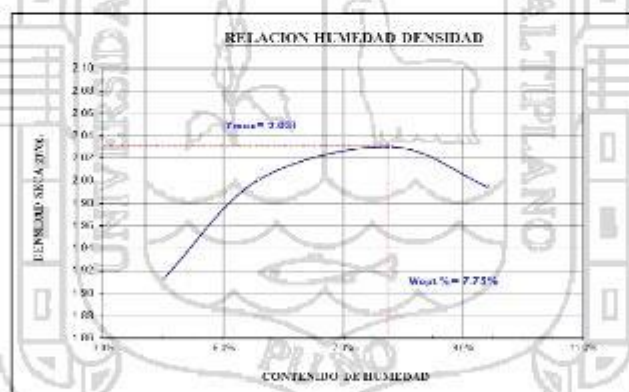
#### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                         |                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO                        | PROCTOR MODIFICADO                                                                                                                              |
| REALIZADO POR:                          | BACH. FREDDY QUISPE SUPO                                                                                                                        |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO:                 | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                  |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:              | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO APTOS CON DISPOSITIVOS DE PUNTO DE VINCULO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CARPA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA                                 | SALCEDO                                                                                                                                         |
| 6% DE PVC RET. N° 3/8 Y PAS. N° 3/4 (g) | 360                                                                                                                                             |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO             | MARZO DEL 2014                                                                                                                                  |
| METODO DE COMPACTACIÓN                  | A (NUMERO DE CAPAS: 05 y NUMERO DE GOLPES POR CAPA: 55)                                                                                         |

|                           |                   |         |         |         |         |
|---------------------------|-------------------|---------|---------|---------|---------|
| UNIFORMIDAD DEL AGREGADO  | cm <sup>3</sup>   | 2121.48 | 2121.48 | 2121.48 | 2121.48 |
| Peso Suelo Húmedo + Molde | gr.               | 10414   | 10676   | 10836   | 10823   |
| Peso del Molde            | gr.               | 6193    | 6193    | 6193    | 6193    |
| Peso del Suelo Húmedo     | gr <sup>100</sup> | 4221    | 4483    | 4643    | 4630    |
| Densidad del Suelo Húmedo | gr <sup>100</sup> | 1.99    | 2.11    | 2.19    | 2.18    |

|                               |     |       |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------------|-----|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Capsula No                    | No  | 1     | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      |
| Suelo Húmedo + Capsula        | gr. | 69.57 | 117.31 | 117.94 | 103.89 | 127.84 | 108.77 | 125.93 | 134.33 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr. | 56.54 | 114.30 | 114.55 | 98.75  | 124.31 | 105.02 | 114.33 | 128.03 |
| Peso del Agua                 | gr. | 13.03 | 3.01   | 3.44   | 5.14   | 3.53   | 8.62   | 8.82   | 6.30   |
| Peso de la Capsula            | gr. | 18.00 | 25.03  | 18.25  | 18.28  | 31.03  | 13.58  | 21.27  | 37.11  |
| Peso del Suelo Seco           | gr. | 78.52 | 90.57  | 88.85  | 80.79  | 100.05 | 87.22  | 91.12  | 91.09  |
| % de Humedad                  | %   | 4.07% | 4.00%  | 5.07%  | 5.52%  | 7.09%  | 7.82%  | 9.49%  | 6.34%  |
| Promedio de Humedad           | %   | 4.07% |        | 5.29%  |        | 7.09%  |        | 8.40%  |        |
| Densidad del Suelo Seco       | %   | 1.915 |        | 2.091  |        | 2.038  |        | 1.885  |        |

|                      |   |            |
|----------------------|---|------------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA | : | 2.03 gr/cc |
| HUMEDAD OPTIMA       | : | 7.75%      |







## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                     |                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO                    | CBR                                                                                                                                              |
| REALIZADO POR                       | BACH. FREDDY QUESPE SUPO                                                                                                                         |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO              | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                   |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO           | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO AFITOS CON DESGASTOS DE POLICLOURO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CAPA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA                             | SAICRICO                                                                                                                                         |
| % DE PVC RET. Nº 3/8 Y PAS. Nº 3/16 | 360                                                                                                                                              |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO         | MARZO DE 2014                                                                                                                                    |
| METODO DE COMPACTACIÓN              | A                                                                                                                                                |

|                           |          |          |          |
|---------------------------|----------|----------|----------|
| MOLDE No                  | 1        | 2        | 3        |
| No DE CAPAS               | 5        | 5        | 5        |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 12       | 25       | 56       |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SATURADO | SATURADO | SATURADO |

|                           |      |         |         |         |
|---------------------------|------|---------|---------|---------|
| Peso Suelo Húmedo + Molde | gr   | 120.54  | 117.78  | 117.80  |
| Peso del Molde            | gr   | 7185    | 6807    | 6902    |
| Peso del Suelo Húmedo     | gr   | 4869    | 4971    | 5178    |
| Volumen del Suelo         | cc   | 2260.30 | 2264.30 | 2264.35 |
| Densidad del Suelo Húmedo | g/cc | 2.133   | 2.154   | 2.267   |

|                               |      |       |        |       |        |        |       |
|-------------------------------|------|-------|--------|-------|--------|--------|-------|
| Capítulo No                   | No   | 1     | 2      | 3     | 4      | 5      | 6     |
| Suelo Húmedo + Capsula        | gr   | 59.95 | 110.25 | 98.61 | 110.08 | 106.13 | 92.64 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr   | 54.62 | 104.46 | 91.13 | 112.20 | 98.12  | 91.45 |
| Peso del Agua                 | gr   | 5.53  | 5.20   | 5.48  | 6.56   | 5.01   | 5.08  |
| Peso de la Capsula            | gr   | 21.90 | 21.58  | 19.57 | 22.35  | 19.34  | 16.99 |
| Peso del Suelo Seco           | gr   | 72.52 | 82.90  | 73.55 | 89.92  | 79.79  | 74.67 |
| % de Humedad                  | %    | 7.63% | 7.58%  | 7.42% | 7.30%  | 7.53%  | 8.16% |
| Promedio de Humedad           | %    | 7.60% |        | 7.37% |        | 7.83%  |       |
| Densidad del Suelo Seco       | g/cc | 1.983 |        | 2.006 |        | 2.093  |       |

### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora       | Tiempo | Dist   | Expansión<br>mm | %    | Dist   | Expansión<br>mm | %    | Dist  | Expansión<br>mm | %    |
|------------|------------|--------|--------|-----------------|------|--------|-----------------|------|-------|-----------------|------|
| 18/03/2014 | 12:26 p.m. | 0 h    | 18.614 | 0               | 0    | 14.045 | 0               | 0    | 9.578 | 0               | 0    |
| 22/03/2014 | 12:26 p.m. | 96 h   | 18.635 | 0.021           | 0.02 | 13.99  | 0.05            | 0.04 | 9.60  | 0.002           | 0.00 |

### PENETRACIÓN

| Penetración<br>mm | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No 1 |       |                    |         | MOLDE No 2 |        |                    |         | MOLDE No 3 |        |                    |         |
|-------------------|--------|------------|------------|-------|--------------------|---------|------------|--------|--------------------|---------|------------|--------|--------------------|---------|
|                   |        |            | KN         | Kg    | Kg/cm <sup>2</sup> | Correc. | KN         | Kg     | Kg/cm <sup>2</sup> | Correc. | KN         | Kg     | Kg/cm <sup>2</sup> | Correc. |
| 0.83              | 00:30  |            | 1.39       | 141.7 | 7.2                |         | 1.88       | 191.5  | 9.59               |         | 1.68       | 171.3  | 8.7                |         |
| 1.27              | 01:00  |            | 2.64       | 269.1 | 13.6               |         | 3.96       | 405.7  | 20.51              |         | 3.45       | 351.7  | 17.6               |         |
| 1.91              | 01:30  |            | 3.98       | 406.7 | 20.5               |         | 7.07       | 723.2  | 36.43              |         | 6.41       | 653.4  | 33.0               |         |
| 2.54              | 02:00  | 70.31      | 5.22       | 532.1 | 26.9               |         | 10.73      | 1092.8 | 52.71              |         | 10.08      | 1028.1 | 51.1               |         |
| 3.81              | 03:00  |            | 7.36       | 750.3 | 37.9               |         | 13.77      | 1403.7 | 70.95              |         | 15.33      | 1562.6 | 79.0               |         |
| 5.09              | 04:00  | 105.00     | 8.07       | 824.2 | 45.7               |         | 16.63      | 1695.3 | 85.69              |         | 17.95      | 1790.1 | 90.5               |         |



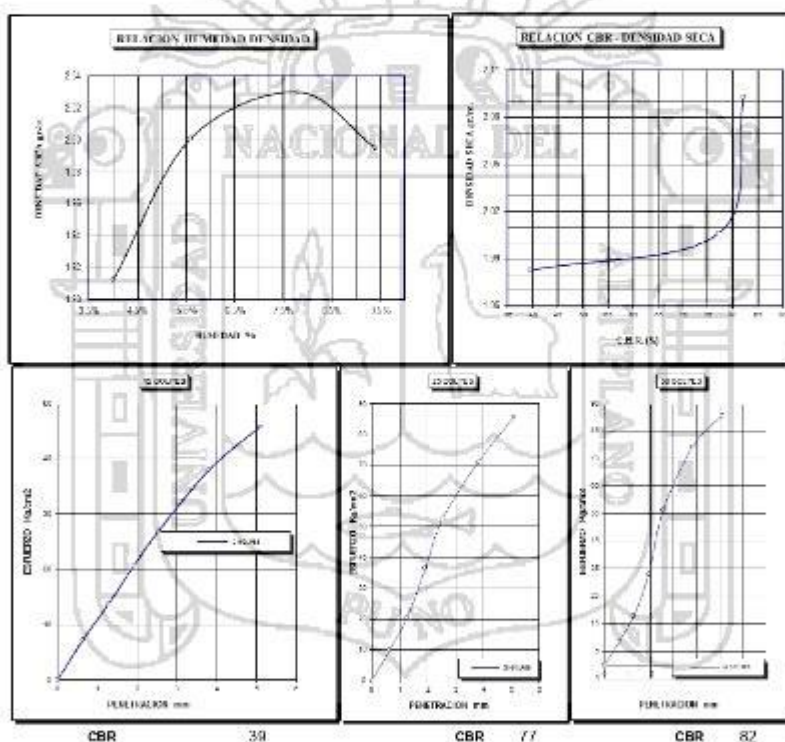
## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                        |                                                                                                                                                     |                          |       |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------|
| ENSAYO REALIZADO                       | CBR                                                                                                                                                 |                          |       |
| REALIZADO POR                          | BACH. FREDDY QUEPE SUPO                                                                                                                             |                          |       |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO                 | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                      |                          |       |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO              | ESTABLECIMIENTO DE SUELOS NO APTOS CON DISTINGUO DE PUNTO ELIGIBRO DE VINOS PARA SU USO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA CAPA BASE Y SUS BASE DE PAVIMENTOS |                          |       |
| CANTERA                                | SALCEDO                                                                                                                                             |                          |       |
| Nº DE PLY. RET. Nº 435 Y PAS. Nº 204 g | 360                                                                                                                                                 |                          |       |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO            | MARZO DE 2014                                                                                                                                       |                          |       |
| METODO DE COMPACTACIÓN                 | A (usado material pasante tamiz Nº 4)                                                                                                               |                          |       |
| DENSIDAD SECA MÁXIMA                   | 2.05 g/cc                                                                                                                                           | HUMEDAD ÓPTIMA           | 7.75% |
| CBR AL 100% DE M.D.S. (%)              | 82                                                                                                                                                  | CBR AL 95% DE M.D.S. (%) |       |





## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



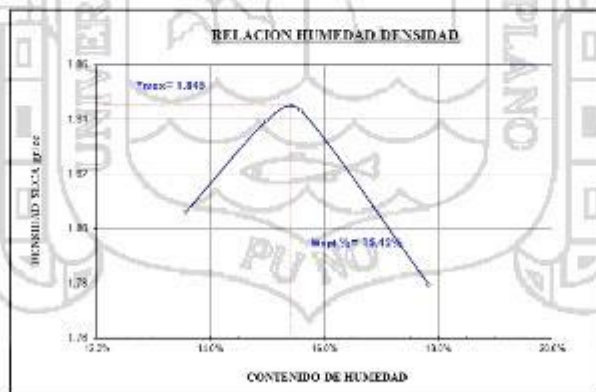
### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                      |                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO:                    | PROCTOR MODIFICADO                                                                                                                                |
| REALIZADO POR:                       | BACH. FREDDY QUESPE SUYO                                                                                                                          |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO:              | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                    |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:           | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO APTOS CON DEFECTOS DE PORTA FUERTE DE VINCULO PARA SU USO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA CASA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA:                             | CUNTUR WASHI                                                                                                                                      |
| 0% DE PVC RET. N° 10 Y PAS N° 4 (g): | 0                                                                                                                                                 |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO:         | FEBRERO DEL 2014                                                                                                                                  |
| METODO DE COMPACTACIÓN:              | A. NÚMERO DE CAPAS: 05 y NÚMERO DE GOLPES POR CAPA: 50                                                                                            |

|                           |                 |         |         |         |         |
|---------------------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| VOLUMEN DE MOIDE          | cm <sup>3</sup> | 2141.05 | 2141.05 | 2141.05 | 2141.05 |
| Peso Suelo Húmedo + Molde | gr.             | 10583   | 10734   | 10760   | 10556   |
| Peso del Molde            | gr.             | 6197    | 6254    | 6197    | 5204    |
| Peso del Suelo Húmedo     | g/100           | 4382    | 4520    | 4563    | 4491    |
| Densidad del Suelo Húmedo | g/cc            | 2.05    | 2.12    | 2.13    | 2.10    |

|                               |      |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Capsula No.                   | No.  | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      |
| Suelo Húmedo + Capsula        | gr.  | 29.50  | 31.15  | 29.85  | 28.67  | 31.80  | 31.55  | 111.24 | 33.87  |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr.  | 24.12  | 24.25  | 20.48  | 22.65  | 22.85  | 22.05  | 27.58  | 27.85  |
| Peso del Agua                 | gr.  | 5.48   | 6.81   | 9.37   | 6.02   | 8.95   | 9.50   | 83.66  | 6.02   |
| Peso de la Capsula            | gr.  | 18.55  | 18.29  | 18.02  | 17.32  | 22.05  | 21.42  | 22.05  | 26.56  |
| Peso del Suelo Seco           | gr.  | 55.57  | 48.24  | 60.46  | 60.30  | 60.80  | 60.85  | 25.58  | 61.21  |
| % de Humedad                  | %    | 11.42% | 13.66% | 15.00% | 14.95% | 15.46% | 15.71% | 18.27% | 17.82% |
| Promedio de Humedad           | %    | 13.58% |        | 14.98% |        | 15.52% |        | 17.84% |        |
| Densidad del Suelo Seco       | g/cc | 1.005  |        | 1.040  |        | 1.043  |        | 1.148  |        |

|                      |   |           |
|----------------------|---|-----------|
| MAXIMA DENSIDAD SFCA | : | 1.85 g/cc |
| HUMEDAD OPTIMA       | : | 15.42%    |







## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                     |                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO                    | CBR                                                                                                                                                    |
| REALIZADO POR                       | BACH. FREDDY QUEPE SUPO                                                                                                                                |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO              | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                         |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO           | ESTABILIZACIÓN DE SUPERFICIES NO ASFALTICAS DESPUES DE PULVERIZACIÓN DE VINILO PARA SU USO EN LA CONFORMACION DE LA CARA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA                             | CUNTUR WASI                                                                                                                                            |
| 0% DE PVC RET. N° 10 Y PAS N° 4 (g) | 0                                                                                                                                                      |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO         | MARZO DE 2014                                                                                                                                          |
| METODO DE COMPACTACIÓN              | A                                                                                                                                                      |

|                           |          |          |          |         |
|---------------------------|----------|----------|----------|---------|
| MOLDE No                  | 1        | 2        | 3        |         |
| No DE CAPAS               | 5        | 5        | 5        |         |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 12       | 25       | 56       |         |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SATURADO | SATURADO | SATURADO |         |
| Peso Suelo Húmedo + Molde | gr       | 12575    | 12851    | 12778   |
| Peso del Molde            | gr       | 7801     | 7852     | 7917    |
| Peso del Suelo Húmedo     | gr       | 4774     | 4799     | 4860    |
| Volumen del Suelo         | cc       | 2284.33  | 2289.32  | 2271.31 |
| Densidad del Suelo Húmedo | g/cc     | 2.089    | 2.116    | 2.139   |

|                              |      |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Capote No                    | 1    | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |        |
| Suelo Húmedo - Capote        | gr   | 101.03 | 105.88 | 93.44  | 107.49 | 99.86  | 106.10 |
| Peso del Suelo Seco - Capote | gr   | 88.00  | 93.56  | 81.53  | 93.73  | 87.73  | 95.05  |
| Peso del Agua                | gr   | 13.08  | 13.32  | 11.91  | 13.76  | 12.13  | 13.05  |
| Peso de la Capote            | gr   | 19.52  | 21.50  | 16.27  | 17.78  | 21.90  | 21.88  |
| Peso del Suelo Seco          | gr   | 88.48  | 71.64  | 65.26  | 75.95  | 65.83  | 73.17  |
| % de Humedad                 | %    | 16.10% | 16.59% | 18.25% | 18.12% | 18.43% | 15.84% |
| Promedio de Humedad          | %    | 16.86% |        | 18.18% |        | 18.13% |        |
| Densidad del Suelo Seco      | g/cc | 1.797  |        | 1.788  |        | 1.811  |        |

### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora       | Tiempo | Dial  | Expansión |      | Dial  | Expansión |      | Dial  | Expansión |      |
|------------|------------|--------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|
|            |            |        |       | mm        | %    |       | mm        | %    |       | mm        | %    |
| 25/03/2014 | 12:36 p.m. | 0 h    | 8.25  | 0         | 0    | 7.71  | 0         | 0    | 5.14  | 0         | 0    |
| 26/03/2014 | 12:26 p.m. | 56 h   | 10.95 | 2.7       | 2.14 | 16.83 | 2.82      | 2.33 | 10.95 | 5.21      | 4.15 |

### PENETRACIÓN

| Penetración | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No 1 |       |        |         | MOLDE No 2 |       |        |         | MOLDE No 3 |       |        |         |
|-------------|--------|------------|------------|-------|--------|---------|------------|-------|--------|---------|------------|-------|--------|---------|
|             |        |            | KN         | Kg    | Kg/cm² | Convec. | KN         | Kg    | Kg/cm² | Convec. | KN         | Kg    | Kg/cm² | Convec. |
| 0.63        | 00:30  |            | 0.39       | 39.8  | 2.0    |         | 0.30       | 30.5  | 1.55   |         | 0.36       | 36.7  | 1.8    |         |
| 1.27        | 01:00  |            | 0.68       | 68.3  | 3.5    |         | 0.50       | 51.0  | 2.58   |         | 0.53       | 54.0  | 2.7    |         |
| 1.91        | 01:30  |            | 0.97       | 98.9  | 5.0    |         | 0.74       | 75.4  | 3.81   |         | 0.73       | 74.4  | 3.8    |         |
| 2.54        | 02:00  | 70.51      | 1.27       | 129.5 | 6.5    |         | 0.98       | 99.9  | 5.05   |         | 0.90       | 90.8  | 4.8    |         |
| 3.81        | 03:00  |            | 1.88       | 191.8 | 9.7    |         | 1.50       | 152.9 | 7.73   |         | 1.34       | 136.6 | 6.9    |         |
| 5.09        | 04:00  | 105.00     | 2.43       | 247.7 | 12.5   |         | 2.00       | 203.9 | 10.31  |         | 1.74       | 177.4 | 9.0    |         |



### TESIS UNA-PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano



## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

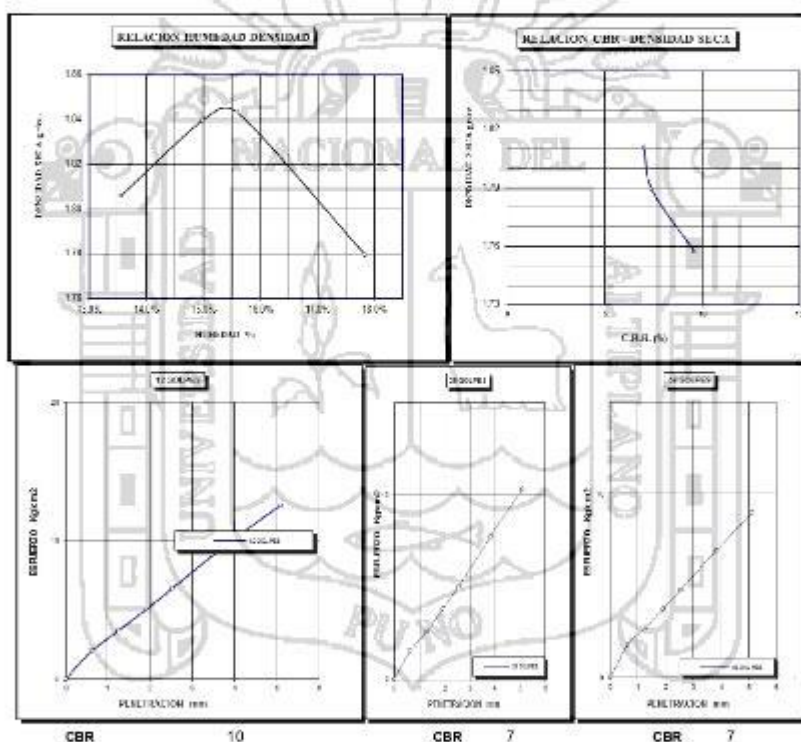
### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                     |                                                                                                                                             |                          |       |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------|
| ENSAYO REALIZADO                    | CBR                                                                                                                                         |                          |       |
| REALIZADO POR                       | BACIL FREDDY QUESPE SUPO                                                                                                                    |                          |       |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO              | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                              |                          |       |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO           | ESTABILIZACIÓN DE TIEMPO NO AFECTOS CON DISEÑOS DE POLÍGONO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONFECCIÓN DE LA CAPA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |                          |       |
| CANTERA                             | CUNTUR WASI                                                                                                                                 |                          |       |
| % DE PVC RET. N° 10 Y PAS. N° 4 (g) | 0                                                                                                                                           |                          |       |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO         | MARZO DE 2014                                                                                                                               |                          |       |
| METODO DE COMPACTACIÓN              | A (usado material pasante tamiz N° 4)                                                                                                       |                          |       |
| DENSIDAD SECA MÁXIMA                | 1.85 g/cm <sup>3</sup>                                                                                                                      | HUMEDAD ÓPTIMA           | 15.42 |
| CBR AL 100% DE SIDA (%)             | 7                                                                                                                                           | CBR AL 95% DE M.D.S. (%) | 9.8   |





## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                       |                                                                                                                                               |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO:                     | PROCTOR MODIFICADO                                                                                                                            |
| REALIZADO POR:                        | BACH. FREDDY QUESPE SUYO                                                                                                                      |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO:               | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:            | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO APTOS CON DESECHOS DE POLICLORURO DE VINILO PARA USAR EN LA CONFORMACIÓN DE LA CAPA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA:                              | CUNTUR WASI                                                                                                                                   |
| 6% DE PVC RET. N° 10 Y PAS. N° 4 (g): | 300                                                                                                                                           |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO:          | FEBRERO DEL 2014                                                                                                                              |
| METODO DE COMPACTACIÓN:               | A NÚMERO DE CAPAS 05 y NÚMERO DE GOLPES POR CAPA 50                                                                                           |

|                            |                 |         |         |         |         |
|----------------------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| VOLUMEN DEL MOLDE:         | cm <sup>3</sup> | 2141.68 | 2141.68 | 2141.68 | 2141.68 |
| Peso Suelo Húmedo + Molde: | gr              | 10695   | 10695   | 10695   | 10695   |
| Peso del Molde:            | gr              | 6204    | 6204    | 6204    | 6204    |
| Peso del Suelo Húmedo:     | g/100           | 4392    | 4394    | 4391    | 4216    |
| Densidad del Suelo Húmedo: | g/cc            | 2.04    | 2.05    | 2.01    | 1.97    |

|                               |    |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Capítulo No.                  | No | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      |
| Suelo Húmedo + Capsula        | gr | 71.23  | 91.90  | 535.70 | 118.78 | 100.33 | 94.50  | 115.08 | 121.84 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr | 64.49  | 88.78  | 521.80 | 105.28 | 83.08  | 82.77  | 99.45  | 104.03 |
| Peso del Agua                 | gr | 6.74   | 3.12   | 14.40  | 11.48  | 17.05  | 11.73  | 15.63  | 17.81  |
| Peso de la Capsula            | gr | 11.23  | 15.48  | 21.40  | 20.25  | 19.28  | 19.43  | 19.88  | 19.59  |
| Peso del Suelo Seco           | gr | 4.43   | 80.30  | 50.70  | 73.05  | 73.00  | 59.38  | 82.72  | 87.48  |
| % de Humedad                  | %  | 14.90% | 14.21% | 14.86% | 15.92% | 17.83% | 17.83% | 20.28% | 20.32% |
| Promedio de Humedad           | %  | 14.49% | 14.79% | 15.79% | 15.79% | 17.29% | 17.29% | 20.28% | 20.32% |
| Densidad del Suelo Seco       | %  | 1.779  | 1.772  | 1.772  | 1.772  | 1.772  | 1.772  | 1.772  | 1.772  |

MAXIMA DENSIDAD SECA : 1.78 g/cc  
HUMEDAD OPTIMA : 15.21%







## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                   |                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO                  | CBR                                                                                                                                                |
| REALIZADO POR                     | BACIL FREDDY QUEPE SUPO                                                                                                                            |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO            | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                     |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO         | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO APTOS CON DESPACHOS DE POLICLOSOL NO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CABA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA                           | CUNTUR WASI                                                                                                                                        |
| 5% DE PVC RET. N° 10 Y PAS. N° 40 | 160                                                                                                                                                |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO       | FEBRERO DEL 2014                                                                                                                                   |
| MÉTODO DE COMPACTACIÓN            | A                                                                                                                                                  |

|                           |          |          |          |
|---------------------------|----------|----------|----------|
| MOLDE No                  | 1        | 2        | 3        |
| No DE CAPAS               | 5        | 5        | 5        |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 12       | 25       | 56       |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SATURADO | SATURADO | SATURADO |

|                           |       |         |         |         |
|---------------------------|-------|---------|---------|---------|
| Peso Suelo Húmedo + Molde | gr    | 11009   | 11307   | 11560   |
| Peso del Molde            | gr    | 7185    | 6801    | 6907    |
| Peso del Suelo Húmedo     | gr    | 4024    | 4706    | 4761    |
| Volumen del Suelo         | cc    | 2282.30 | 2284.35 | 2284.30 |
| Densidad del Suelo Húmedo | gr/cc | 2.028   | 2.051   | 2.081   |

|                                |       |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Capas No                       | h/a   | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Suelo Húmedo + Capas No        | gr    | 105.43 | 105.56 | 112.33 | 110.00 | 101.54 | 117.99 |
| Peso del Suelo Seco + Capas No | gr    | 59.97  | 55.34  | 88.40  | 87.23  | 88.81  | 95.24  |
| Peso del Agua                  | gr    | 12.46  | 12.22  | 13.93  | 13.61  | 12.73  | 14.75  |
| Peso de la Capas No            | gr    | 22.17  | 21.58  | 22.30  | 21.84  | 16.09  | 21.67  |
| Peso del Suelo Seco            | gr    | 70.80  | 71.76  | 66.30  | 75.25  | 69.74  | 81.57  |
| % de Humedad                   | %     | 17.60% | 17.02% | 16.38% | 17.02% | 17.62% | 18.03% |
| Promedio de Humedad            | %     | 17.31% |        | 18.12% |        | 17.78% |        |
| Densidad del Suelo Seco        | gr/cc | 1.727  |        | 1.736  |        | 1.770  |        |

### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora       | Tiempo | Dial | Expansión |      | Dial  | Expansión |      | Dial  | Expansión |      |
|------------|------------|--------|------|-----------|------|-------|-----------|------|-------|-----------|------|
|            |            |        |      | mm        | %    |       | mm        | %    |       | mm        | %    |
| 25/03/2014 | 12:26 p.m. | 0 h.   | 7.40 | 0         | 0    | 33.32 | 0         | 0    | 11.32 | 0         | 0    |
| 29/03/2014 | 12:26 p.m. | 96 h.  | 9.15 | 1.75      | 1.39 | 32.7  | 2.38      | 1.89 | 17.25 | 2.89      | 2.33 |

### PENETRACIÓN

| Penetración | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No 1 |       |                    |        | MOLDE No 2 |       |                    |        | MOLDE No 3 |       |                    |        |
|-------------|--------|------------|------------|-------|--------------------|--------|------------|-------|--------------------|--------|------------|-------|--------------------|--------|
|             |        |            | KN         | Kg    | Kg/cm <sup>2</sup> | Correc | KN         | Kg    | Kg/cm <sup>2</sup> | Correc | KN         | Kg    | Kg/cm <sup>2</sup> | Correc |
| 0.63        | 00:30  |            | 0.53       | 54.0  | 2.7                |        | 0.36       | 36.7  | 1.96               |        | 0.53       | 54.0  | 2.7                |        |
| 1.27        | 01:00  |            | 0.95       | 95.8  | 4.9                |        | 0.64       | 65.2  | 3.30               |        | 0.60       | 61.6  | 4.1                |        |
| 1.91        | 01:30  |            | 1.43       | 145.8 | 7.4                |        | 0.93       | 94.8  | 4.79               |        | 1.07       | 109.1 | 5.5                |        |
| 2.54        | 02:00  | 70.31      | 1.88       | 191.6 | 9.7                |        | 1.24       | 126.4 | 6.35               |        | 1.34       | 136.6 | 6.9                |        |
| 3.81        | 03:00  |            | 2.78       | 283.4 | 14.3               |        | 1.88       | 191.6 | 9.69               |        | 1.74       | 177.4 | 9.0                |        |
| 5.09        | 04:00  | 105.60     | 3.62       | 368.8 | 18.1               |        | 2.50       | 254.9 | 12.88              |        | 2.12       | 216.1 | 10.9               |        |



### TESIS UNA-PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano



## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

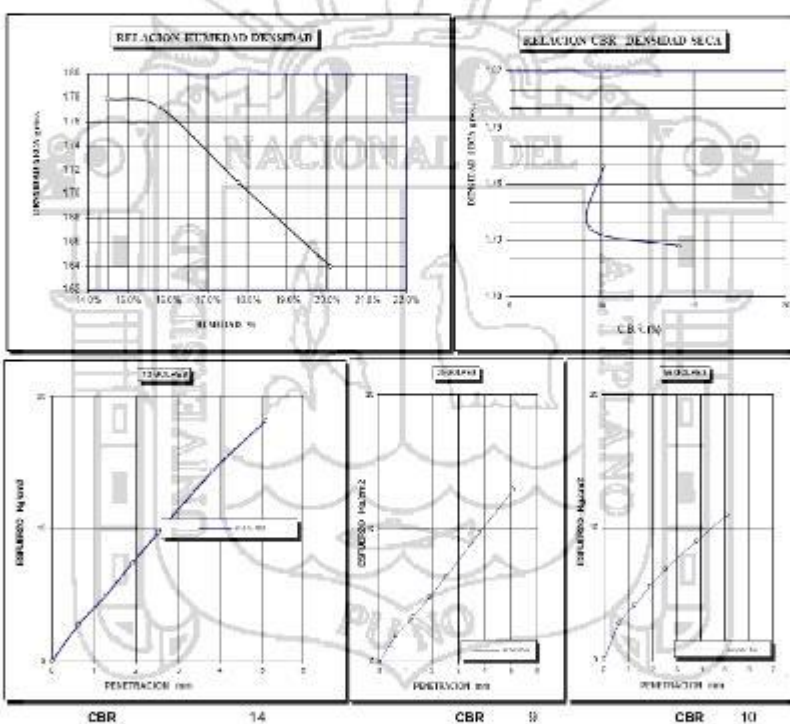
### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                      |                                                                                                                                                  |                          |       |  |
|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------|--|
| REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO    |                                                                                                                                                  |                          |       |  |
| ENSAYO REALIZADO:                    | CBR                                                                                                                                              |                          |       |  |
| REALIZADO POR:                       | BACH. FREDDY QUESADA SUPO                                                                                                                        |                          |       |  |
| UBICACION DEL PROYECTO:              | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                   |                          |       |  |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:           | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO APTOS CON DESPESOS DE POLIACRILATO DE VINILO PARA MEJORA EN LA CONFORMACIÓN DE LA CARA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |                          |       |  |
| CANTERA:                             | CUNTUR WASI                                                                                                                                      |                          |       |  |
| 5% DE PVC RET. N° 10 Y PAS. N° 6 (2) | 360                                                                                                                                              |                          |       |  |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO:         | FEBRERO DE 2014                                                                                                                                  |                          |       |  |
| METODO DE COMPACTACIÓN:              | A) (usando material pasante tamiz N° 4)                                                                                                          |                          |       |  |
| DENSIDAD SECA MÁXIMA:                | 1.78 g/cm <sup>3</sup>                                                                                                                           | HUMEDAD ÓPTIMA:          | 15.21 |  |
| CBR AL 100% DE M.D.S (PA)            | 10                                                                                                                                               | CBR AL 95% DE M.D.S (PA) | 34    |  |





## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



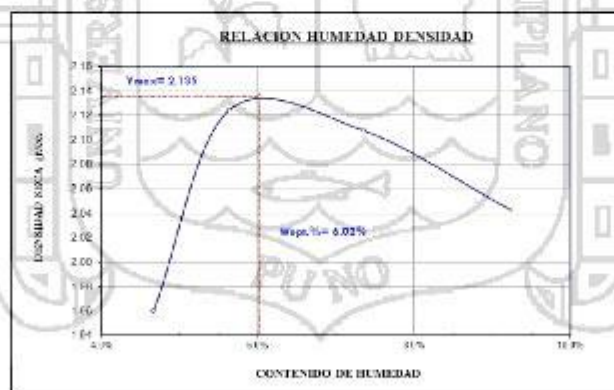
### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                      |                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO:                    | PROCTOR MODIFICADO                                                                                                                                 |
| REALIZADO POR:                       | BACH. FREDDY QUESPE SUYO                                                                                                                           |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO:              | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                     |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:           | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO ARTOS CON DRECHOS DE PROCTOR MODIFICADO DE SUELO PARA SU USO EN LA CONFECCIÓN DE LA CAPA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA:                             | SALCEDO                                                                                                                                            |
| 0% DE PVC RET. N° 10 Y PAS N° 4 (g): | 0                                                                                                                                                  |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO:         | FEBRERO DEL 2014                                                                                                                                   |
| METODO DE COMPACTACIÓN:              | A NÚMERO DE CAPAS (5) Y NÚMERO DE GOLPES POR CAPA (55)                                                                                             |

|                           |                 |         |         |         |         |
|---------------------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| VOLUMEN DEL MOLDE         | cm <sup>3</sup> | 2141.59 | 2141.59 | 2141.69 | 2141.69 |
| Peso Suelo Húmedo - Molde | gr              | 10505   | 11010   | 11064   | 10583   |
| Peso del Molde            | gr              | 6200    | 6204    | 6204    | 6204    |
| Peso del Suelo Húmedo     | gr              | 4305    | 4806    | 4860    | 4379    |
| Densidad del Suelo Húmedo | gr/cc           | 2.05    | 2.24    | 2.26    | 2.23    |

|                                |       |       |       |       |       |        |        |        |        |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Capítulo No                    | No    | 1     | 2     | 3     | 4     | 5      | 6      | 7      | 8      |
| Suelo Húmedo - Capítulo        | gr    | 78.91 | 81.25 | 84.75 | 88.25 | 117.31 | 121.23 | 121.83 | 128.67 |
| Peso del Suelo Seco - Capítulo | gr    | 78.27 | 80.47 | 81.22 | 84.07 | 111.21 | 117.30 | 122.84 | 125.94 |
| Peso del Agua                  | gr    | 2.52  | 0.78  | 3.52  | 3.84  | 6.50   | 5.93   | 8.99   | 9.73   |
| Peso de la Capota              | gr    | 22.22 | 16.09 | 17.09 | 21.89 | 22.12  | 19.57  | 22.14  | 22.39  |
| Peso del Suelo Seco            | gr    | 54.17 | 64.71 | 64.35 | 65.95 | 84.17  | 88.04  | 100.34 | 105.63 |
| % de Humedad                   | %     | 4.82% | 4.88% | 5.42% | 5.78% | 7.32%  | 7.21%  | 8.21%  | 8.12%  |
| Promedio de Humedad            | %     | 4.87% |       | 5.63% |       | 7.32%  |        | 8.25%  |        |
| Densidad del Suelo Seco        | gr/cc | 1.990 |       | 2.120 |       | 2.168  |        | 2.843  |        |

MAXIMA DENSIDAD SECA : 2.14 gr/cc  
HUMEDAD OPTIMA : 6.02%







## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                 |                                                                                                                                                   |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO                | CBR                                                                                                                                               |
| REALIZADO POR                   | RACH FREDDY QUESPE SUPO                                                                                                                           |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO          | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                    |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO       | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO AFECTOS CON DERIVADOS DE POLICLOURO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CARA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA                         | SALCEDO                                                                                                                                           |
| 0% DE PVC RET. N° 10 Y PAS N° 4 | 0                                                                                                                                                 |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO     | FEBRERO DEL 2014                                                                                                                                  |
| MÉTODO DE COMPACTACIÓN          | A                                                                                                                                                 |

|                           |          |          |          |
|---------------------------|----------|----------|----------|
| MOLDE No                  | 1        | 2        | 3        |
| No DE CAPAS               | 5        | 5        | 5        |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 12       | 25       | 56       |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SATURADO | SATURADO | SATURADO |

|                           |      |         |         |         |
|---------------------------|------|---------|---------|---------|
| Peso Suelo Húmedo - Molde | gr   | 11328   | 12258   | 13264   |
| Peso del Molde            | gr   | 6689    | 7287    | 8106    |
| Peso del Suelo Húmedo     | gr   | 4639    | 4972    | 5178    |
| Volumen del Suelo         | cc   | 2313.83 | 2283.54 | 2283.55 |
| Densidad del Suelo Húmedo | g/cc | 2.001   | 2.155   | 2.268   |

|                               |      |        |       |       |       |        |       |
|-------------------------------|------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Capsula No                    | No   | 1      | 2     | 3     | 4     | 5      | 6     |
| Suelo Húmedo + Capsula        | gr   | 115.82 | 95.96 | 89.77 | 97.95 | 101.95 | 87.77 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr   | 99.79  | 81.18 | 85.04 | 87.92 | 87.66  | 81.11 |
| Peso del Agua                 | gr   | 5.69   | 4.00  | 4.73  | 5.03  | 3.50   | 4.56  |
| Peso de la Capsula            | gr   | 16.08  | 22.02 | 16.27 | 15.95 | 16.32  | 15.21 |
| Peso del Suelo Seco           | gr   | 83.71  | 59.16 | 68.77 | 71.94 | 51.14  | 65.90 |
| % de Humedad                  | %    | 6.73%  | 6.54% | 5.83% | 5.99% | 6.84%  | 6.97% |
| Promedio de Humedad           | %    | 6.86%  |       | 6.83% |       | 6.80%  |       |
| Densidad del Suelo Seco       | g/cc | 1.872  |       | 2.016 |       | 2.121  |       |

### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora       | Tiempo | Dist  | Expansión<br>mm | %     | Dist   | Expansión<br>mm | %    | Dist   | Expansión<br>mm | %    |
|------------|------------|--------|-------|-----------------|-------|--------|-----------------|------|--------|-----------------|------|
| 24/02/2014 | 12:12 p.m. | 0 h    | 7.895 | 0               | 0     | 23.1   | 0               | 0    | 18.105 | 0               | 0    |
| 24/02/2014 | 12:12 p.m. | 96 h   | 7.869 | -0.116          | -0.09 | 23.962 | 0.862           | 0.68 | 18.119 | 0.014           | 0.01 |

### PENETRACIÓN

| Penetración<br>mm | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No 1 |      |        |         | MOLDE No 2 |       |        |         | MOLDE No 3 |        |        |         |
|-------------------|--------|------------|------------|------|--------|---------|------------|-------|--------|---------|------------|--------|--------|---------|
|                   |        |            | KN         | Kg   | Kg/cm² | Correc. | KN         | Kg    | Kg/cm² | Correc. | KN         | Kg     | Kg/cm² | Correc. |
| 0.83              | 00:30  |            | 0.29       | 22.4 | 1      |         | 1.90       | 195.7 | 9.95   |         | 5.20       | 530.1  | 26.0   |         |
| 1.27              | 01:00  |            | 0.29       | 29.6 | 1.5    |         | 3.05       | 310.9 | 15.72  |         | 5.55       | 573.5  | 49.2   |         |
| 1.91              | 01:30  |            | 0.36       | 35.7 | 1.9    |         | 3.89       | 395.5 | 20.04  |         | 12.50      | 1274.3 | 64.4   |         |
| 2.64              | 02:00  | 70.31      | 0.42       | 42.8 | 2.2    |         | 4.55       | 463.8 | 23.45  |         | 14.70      | 1498.5 | 75.7   |         |
| 3.81              | 03:00  |            | 0.55       | 55.1 | 2.8    |         | 5.56       | 565.5 | 28.65  |         | 18.02      | 1837.0 | 92.9   |         |
| 5.09              | 04:00  | 105.00     | 0.67       | 66.3 | 3.5    |         | 6.33       | 645.3 | 32.62  |         | 19.67      | 2005.2 | 101.4  |         |



### TESIS UNA-PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano

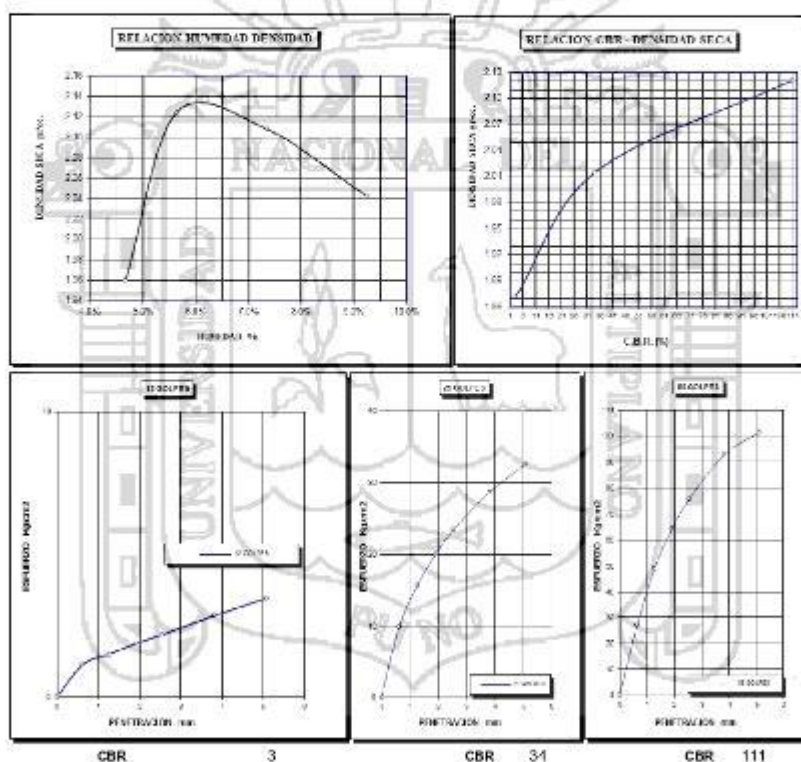


## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



|                                 |                                                                                                                                                 |                          |       |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------|
| ENSAYO REALIZADO:               | CBR                                                                                                                                             |                          |       |
| REALIZADO POR:                  | BACH. FREDDY QUISPE SUPO                                                                                                                        |                          |       |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO:         | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                  |                          |       |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:      | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO AFIOS CON RESIDUOS DE POLICLORURO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CARA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |                          |       |
| CANTERA:                        | SALCEDO                                                                                                                                         |                          |       |
| N.º DE FICHA N.º 10 Y N.º 4 (S) | 0                                                                                                                                               |                          |       |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO:    | FEBRERO DEL 2014                                                                                                                                |                          |       |
| METODO DE COMPACTACIÓN:         | Ayudado material pasante tamiz N.º 4                                                                                                            |                          |       |
| DENSIDAD SECA MÁXIMA:           | 2.14 g/cm <sup>3</sup>                                                                                                                          | HUMEDAD ÓPTIMA:          | 6.02% |
| CBR AL 100% DE M.D.S. (%)       | 111                                                                                                                                             | CBR AL 95% DE M.D.S. (%) | 73    |





## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



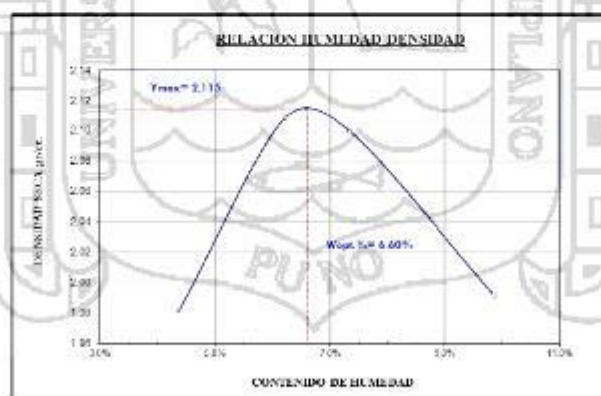
### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                      |                                                                                                                                               |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO:                    | PROCTOR MODIFICADO                                                                                                                            |
| REALIZADO POR:                       | BACH. FREDDY QUESPE SUYO                                                                                                                      |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO:              | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:           | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO APTOS CON RESIDUOS DE POLIÉSTER DE VETILO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CAPA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA:                             | SAEGED                                                                                                                                        |
| 4% DE PVC RET. N° 10 Y PAS N° 4 (g): | 3.340                                                                                                                                         |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO:         | MARZO DEL 2014                                                                                                                                |
| METODO DE COMPACTACIÓN:              | A. NÚMERO DE CAPAS: 05 y NÚMERO DE GOLPES POR CAPA: 55                                                                                        |

|                           |                 |         |         |         |         |
|---------------------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| VOLUMEN DEL MOLDE         | cm <sup>3</sup> | 2037.79 | 2037.79 | 2037.79 | 2037.79 |
| Peso Suelo Húmedo - Molde | gr              | 10203   | 10563   | 10503   | 10455   |
| Peso del Molde            | gr              | 6995    | 6995    | 6995    | 6995    |
| Peso del Suelo Húmedo     | gr              | 4310    | 4567    | 4708    | 4560    |
| Densidad del Suelo Húmedo | g/cc            | 2.07    | 2.24    | 2.25    | 2.19    |

|                             |     |       |       |       |       |        |        |        |        |
|-----------------------------|-----|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Capas: No.                  | No. | 1     | 2     | 3     | 4     | 5      | 6      | 7      | 8      |
| Suelo Húmedo + Capas        | g   | 57.63 | 58.54 | 54.45 | 54.72 | 120.44 | 106.85 | 126.99 | 132.39 |
| Peso del Suelo Seco + Capas | g   | 56.60 | 55.90 | 50.40 | 50.36 | 120.03 | 103.85 | 126.52 | 125.63 |
| Peso del Agua               | g   | 1.03  | 1.12  | 2.74  | 4.36  | 7.21   | 8.97   | 10.44  | 6.76   |
| Peso de la Capas            | gr  | 16.99 | 22.19 | 19.49 | 21.48 | 22.56  | 21.19  | 21.66  | 21.68  |
| Peso del Suelo Seco         | g   | 58.01 | 73.32 | 70.91 | 68.90 | 57.86  | 82.15  | 104.84 | 22.55  |
| % de Humedad                | %   | 4.48% | 5.33% | 5.32% | 6.33% | 7.40%  | 7.40%  | 3.18%  | 3.02%  |
| Promedio de Humedad         | %   | 4.37% |       | 5.32% |       | 7.3%   |        | 3.08%  |        |
| Densidad del Suelo Seco     | g   | 1.98  |       | 2.10  |       | 2.10   |        | 1.98   |        |

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA | 2.12 g/cc |
| HUMEDAD OPTIMA       | 6.60%     |







## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                    |                                                                                                                                                  |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO:                  | CBR                                                                                                                                              |
| REALIZADO POR:                     | BACH. FREDDY QUESPE SUPO                                                                                                                         |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO:            | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                   |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:         | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO APTOS CON DERECHOS DE POLICLOSTIRO DE VENILO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CABA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA:                           | SALCEDO                                                                                                                                          |
| 4% DE PVC RET. N° 10 Y PAS. N° 40: | 240                                                                                                                                              |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO:       | MARZO DE 2014                                                                                                                                    |
| MÉTODO DE COMPACTACIÓN:            | A                                                                                                                                                |

|                           |          |          |          |
|---------------------------|----------|----------|----------|
| MOLDE No                  | 1        | 2        | 3        |
| No DE CAPAS               | 5        | 5        | 5        |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 12       | 25       | 56       |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SATURADO | SATURADO | SATURADO |

|                           |       |         |         |         |
|---------------------------|-------|---------|---------|---------|
| Peso Suelo Húmedo + Molde | gr    | 11845   | 11568   | 11588   |
| Peso del Molde            | gr    | 7184    | 6601    | 6806    |
| Peso del Suelo Húmedo     | gr    | 4662    | 4955    | 5182    |
| Volumen del Suelo         | cc    | 2282.30 | 2294.35 | 2284.30 |
| Densidad del Suelo Húmedo | gr/cc | 2.043   | 2.160   | 2.269   |

|                               |       |       |        |        |        |       |        |
|-------------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|
| Capítulo No                   | No    | 1     | 2      | 3      | 4      | 5     | 6      |
| Suelo Húmedo + Capsula        | gr    | 95.51 | 105.69 | 101.53 | 105.63 | 98.07 | 100.66 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr    | 80.73 | 101.17 | 95.22  | 100.50 | 95.02 | 95.59  |
| Peso de la Capsula            | gr    | 4.78  | 5.52   | 5.33   | 5.13   | 2.25  | 5.06   |
| Peso del Suelo Seco           | gr    | 19.58 | 19.51  | 19.04  | 22.02  | 16.79 | 22.02  |
| Peso del Suelo Húmedo         | gr    | 71.15 | 81.66  | 77.15  | 79.40  | 78.01 | 73.56  |
| % de Humedad                  | %     | 8.72% | 8.76%  | 6.97%  | 6.54%  | 2.89% | 6.91%  |
| Promedio de Humedad           | %     | 6.74% |        | 6.73%  |        | 4.88% |        |
| Densidad del Suelo Seco       | gr/cc | 1.914 |        | 2.024  |        | 2.163 |        |

### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora       | Tiempo | Dial   | Expansión<br>mm % | Dial  | Expansión<br>mm % | Dial  | Expansión<br>mm % |
|------------|------------|--------|--------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|
| 11/03/2014 | 12:30 p.m. | 0 h    | 17.49  | 0                 | 9.18  | 0                 | 13.59 | 0                 |
| 15/03/2014 | 12:30 p.m. | 96 h   | 18.051 | 0.561 0.45        | 9.251 | 0.071 0.06        | 13.69 | 0.01 0.01         |

### PENETRACIÓN

| Penetración<br>mm | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No. 1 |       |                    |       | MOLDE No. 2 |        |                    |       | MOLDE No. 3 |        |                    |       |
|-------------------|--------|------------|-------------|-------|--------------------|-------|-------------|--------|--------------------|-------|-------------|--------|--------------------|-------|
|                   |        |            | Kg          | Kg    | Kg/cm <sup>2</sup> | Conc. | Kg          | Kg     | Kg/cm <sup>2</sup> | Conc. | Kg          | Kg     | Kg/cm <sup>2</sup> | Conc. |
| 0.63              | 00:30  |            | 1.17        | 149.3 | 6.0                |       | 1.76        | 173.4  | 60.7               |       | 2.59        | 264.0  | 13.3               |       |
| 1.27              | 01:00  |            | 1.90        | 150.7 | 11.6               |       | 3.89        | 286.5  | 20.04              |       | 6.61        | 691.2  | 36.1               |       |
| 1.91              | 01:30  |            | 2.35        | 238.6 | 12.1               |       | 6.67        | 678.0  | 28.22              |       | 12.98       | 1282.0 | 63.5               |       |
| 2.54              | 02:00  | 70.31      | 2.69        | 270.1 | 13.7               |       | 7.16        | 731.9  | 37.00              |       | 17.53       | 1767.0 | 90.3               |       |
| 3.81              | 03:00  |            | 3.07        | 313.0 | 15.6               |       | 9.81        | 1000.0 | 60.55              |       | 27.62       | 2815.6 | 142.3              |       |
| 5.09              | 04:00  | 105.00     | 3.39        | 345.6 | 17.5               |       | 11.55       | 1178.4 | 69.57              |       | 33.55       | 3421.1 | 172.9              |       |



### TESIS UNA-PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano



## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

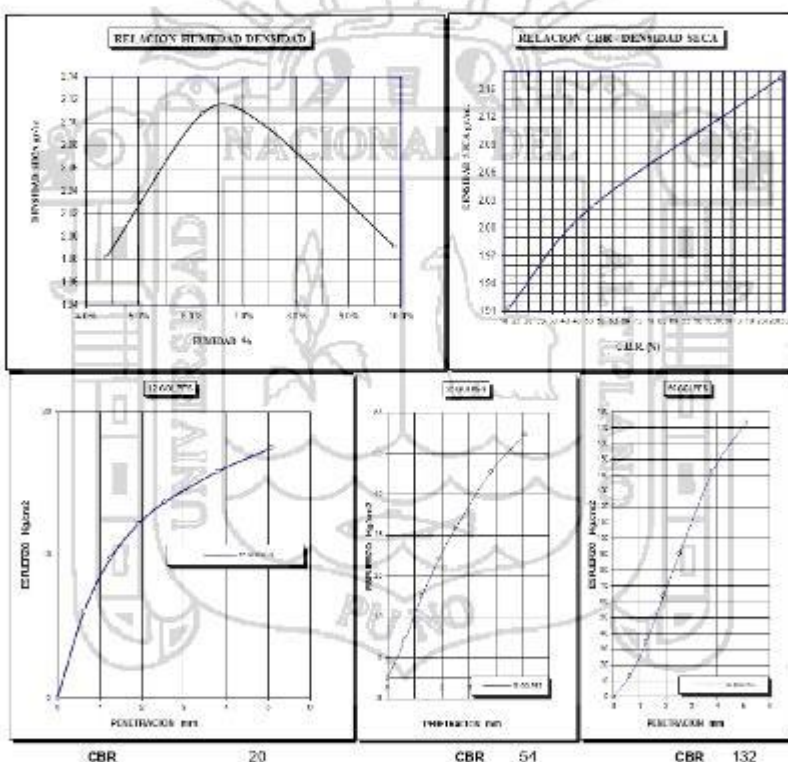
### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                     |                                                                                                                                                   |                          |       |  |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------|--|
| REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO   |                                                                                                                                                   |                          |       |  |
| ENSAYO REALIZADO                    | CBR                                                                                                                                               |                          |       |  |
| REALIZADO POR                       | BACIL FREDDY QUESPE SUPO                                                                                                                          |                          |       |  |
| UBICACION DEL PROYECTO              | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                    |                          |       |  |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO           | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO AFECTOS CON DISEÑOS DE POLICLORURO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONFIGURACIÓN DE LA CAPA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |                          |       |  |
| CANTERA                             | SALCEDO                                                                                                                                           |                          |       |  |
| % DE PVC RET. N° 10 Y PAS. N° 4 (g) | 240                                                                                                                                               |                          |       |  |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO         | MARZO DE 2014                                                                                                                                     |                          |       |  |
| MÉTODO DE COMPACTACIÓN              | A (usado material pasante tamiz N° 4)                                                                                                             |                          |       |  |
| DENSIDAD SECA MÁXIMA                | 2.12 g/cm <sup>3</sup>                                                                                                                            | HUMEDAD ÓPTIMA           | 6.60% |  |
| CBR AL 100% DE M.D.S. (%)           | 132                                                                                                                                               | CBR AL 95% DE M.D.S. (%) | 50    |  |





## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

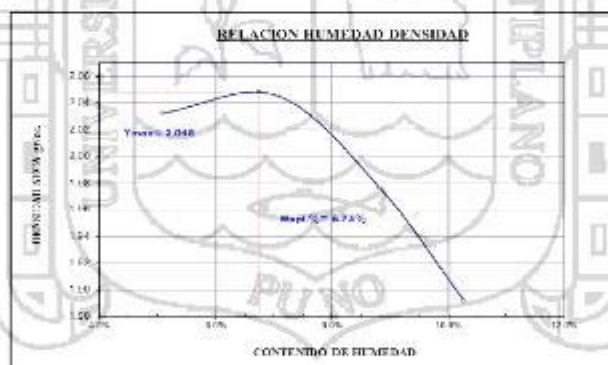


### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                     |                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO                    | PROCTOR MODIFICADO                                                                                                                                |
| REALIZADO POR                       | BACH. FREDDY QUESPE SUPO                                                                                                                          |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO              | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                    |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO           | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO SATURADOS CON DISEÑOS DE POLICLOURO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA CAPA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA                             | SALCEDO                                                                                                                                           |
| 6% DE PVC RET. Nº 10 Y PAS Nº 4 (g) | 360                                                                                                                                               |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO         | FEBRERO DEL 2014                                                                                                                                  |
| METODO DE COMPACTACIÓN              | A NÚMERO DE CAPAS: 05 y NÚMERO DE GOLPES POR CAPA: 50                                                                                             |

|                               |       |       |       |       |        |        |        |        |        |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| MOEDIMEN EN INCHES            | cm    | 1     | 2     | 3     | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      |
| Peso Suelo Húmedo + Molde     | gr.   | 10772 | 10894 | 10810 | 10872  | 10872  | 10872  | 10872  | 10872  |
| Peso del Molde                | gr.   | 6204  | 6204  | 6204  | 6204   | 6204   | 6204   | 6204   | 6204   |
| Peso del Suelo Húmedo         | gr.   | 4568  | 4690  | 4606  | 4668   | 4668   | 4668   | 4668   | 4668   |
| Densidad del Suelo Húmedo     | gr/cc | 2.14  | 2.19  | 2.15  | 2.18   | 2.18   | 2.18   | 2.18   | 2.18   |
| Capsula No                    | No    | 1     | 2     | 3     | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      |
| Suelo Húmedo + Capsula        | gr.   | 87.93 | 80.43 | 79.40 | 107.81 | 116.78 | 121.97 | 135.74 | 147.74 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr.   | 65.57 | 60.01 | 58.08 | 77.07  | 77.72  | 77.22  | 70.22  | 70.09  |
| Peso del Agua                 | gr.   | 22.36 | 20.42 | 21.32 | 30.74  | 39.06  | 44.75  | 65.52  | 77.65  |
| Peso de la Capsula            | gr.   | 18.95 | 21.31 | 22.36 | 17.70  | 19.01  | 15.50  | 15.91  | 16.99  |
| Peso del Suelo Seco           | gr.   | 46.62 | 38.70 | 35.72 | 60.37  | 58.71  | 61.72  | 54.31  | 53.10  |
| % de Humedad                  | %     | 5.02% | 5.24% | 5.92% | 7.39%  | 8.76%  | 8.91%  | 10.82% | 10.72% |
| Promedio de Humedad           | %     | 5.03% | 5.24% | 5.92% | 7.39%  | 8.76%  | 8.91%  | 10.82% | 10.72% |
| Densidad del Suelo Seco       | gr/cc | 2.032 | 2.045 | 1.978 | 2.18   | 2.18   | 2.18   | 2.18   | 2.18   |

|                      |              |
|----------------------|--------------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA | : 2.05 gr/cc |
| HUMEDAD OPTIMA       | : 6.76%      |







## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                  |                                                                                                                                                 |          |          |       |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-------|
| ENSAYO REALIZADO                 | CBR                                                                                                                                             |          |          |       |
| REALIZADO POR                    | BACII, FREDDY QUEPE SUPO                                                                                                                        |          |          |       |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO           | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                  |          |          |       |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO        | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO APTOS CON DERECHOS DE POLICLORETO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CARA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |          |          |       |
| CANTERA                          | SALCEDO                                                                                                                                         |          |          |       |
| 6% DE PVC RET. N° 10 Y PAS N° 40 | 360                                                                                                                                             |          |          |       |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO      | FEBRERO DE 2014                                                                                                                                 |          |          |       |
| METODO DE COMPACTACIÓN           | A                                                                                                                                               |          |          |       |
| MOLDE No                         | 1                                                                                                                                               | 2        | 3        |       |
| No DE CAPAS                      | 5                                                                                                                                               | 5        | 5        |       |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA        | 12                                                                                                                                              | 25       | 56       |       |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA        | SATURADO                                                                                                                                        | SATURADO | SATURADO |       |
| Peso Suelo Húmedo + Molde        | gr. 11469                                                                                                                                       | 11586    | 12936    |       |
| Peso del Molde                   | gr. 6662                                                                                                                                        | 6846     | 7780     |       |
| Peso del Suelo Húmedo            | gr. 4807                                                                                                                                        | 4790     | 5147     |       |
| Volumen del Suelo                | cc. 2209.00                                                                                                                                     | 2295.62  | 2295.62  |       |
| Densidad del Suelo Húmedo        | g/cc. 2.030                                                                                                                                     | 2.129    | 2.241    |       |
| Capas No                         | 1                                                                                                                                               | 2        | 3        | 4     |
| Suelo Húmedo + Capas No          | gr. 89.83                                                                                                                                       | 105.21   | 84.37    | 90.94 |
| Peso del Suelo Seco + Capas No   | gr. 84.68                                                                                                                                       | 100.42   | 80.23    | 86.05 |
| Peso del Agua                    | gr. 5.15                                                                                                                                        | 5.79     | 4.14     | 4.89  |
| Peso de la Capas No              | gr. 13.08                                                                                                                                       | 14.06    | 13.44    | 14.05 |
| Peso del Suelo Seco              | gr. 70.79                                                                                                                                       | 86.37    | 66.79    | 72.00 |
| % de Humedad                     | % 7.28%                                                                                                                                         | 6.70%    | 7.10%    | 6.79% |
| Promedio de Humedad              | % 6.99%                                                                                                                                         | 6.94%    | 6.99%    |       |
| Densidad del Suelo Seco          | g/cc. 1.887                                                                                                                                     | 1.991    | 2.095    |       |

### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora       | Tiempo | Dial   | Expansión | Dial | Expansión | Dial  | Expansión |
|------------|------------|--------|--------|-----------|------|-----------|-------|-----------|
|            |            |        |        | mm        | %    |           | mm    | %         |
| 20/02/2014 | 12:18 p.m. | 0 h.   | 15.651 | 0         | 0    | 16.581    | 0     | 0         |
| 24/02/2014 | 12:18 p.m. | 96 h.  | 16.651 | 0         | 0    | 16.36     | -0.22 | -0.18     |
|            |            |        |        |           |      |           |       |           |
|            |            |        |        |           |      |           |       |           |

### PENETRACIÓN

| Penetración | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No 1 |       |        |       | MOLDE No 2 |        |        |       | MOLDE No 3 |        |        |       |
|-------------|--------|------------|------------|-------|--------|-------|------------|--------|--------|-------|------------|--------|--------|-------|
| mm          |        |            | KN         | Kg    | Kg/cm² | Conc. | KN         | Kg     | Kg/cm² | Conc. | KN         | Kg     | Kg/cm² | Conc. |
| 0.63        | 00:30  |            | 0.89       | 89.7  | 4.5    |       | 2.47       | 251.8  | 12.73  |       | 2.17       | 221.2  | 11.2   |       |
| 1.27        | 01:00  |            | 1.29       | 131.5 | 6.6    |       | 4.31       | 439.4  | 22.21  |       | 5.96       | 607.6  | 30.7   |       |
| 1.91        | 01:30  |            | 1.61       | 164.1 | 8.3    |       | 6.91       | 697.5  | 34.45  |       | 11.23      | 1145.8 | 57.9   |       |
| 2.54        | 02:00  | 70.31      | 1.96       | 199.8 | 10.1   |       | 7.30       | 744.2  | 37.62  |       | 16.85      | 1717.7 | 86.8   |       |
| 3.81        | 03:00  |            | 2.20       | 224.3 | 11.3   |       | 8.88       | 903.2  | 45.65  |       | 21.57      | 2198.8 | 111.1  |       |
| 5.09        | 04:00  | 105.00     | 2.49       | 253.8 | 12.8   |       | 9.99       | 1018.4 | 51.48  |       | 24.15      | 2461.9 | 124.4  |       |



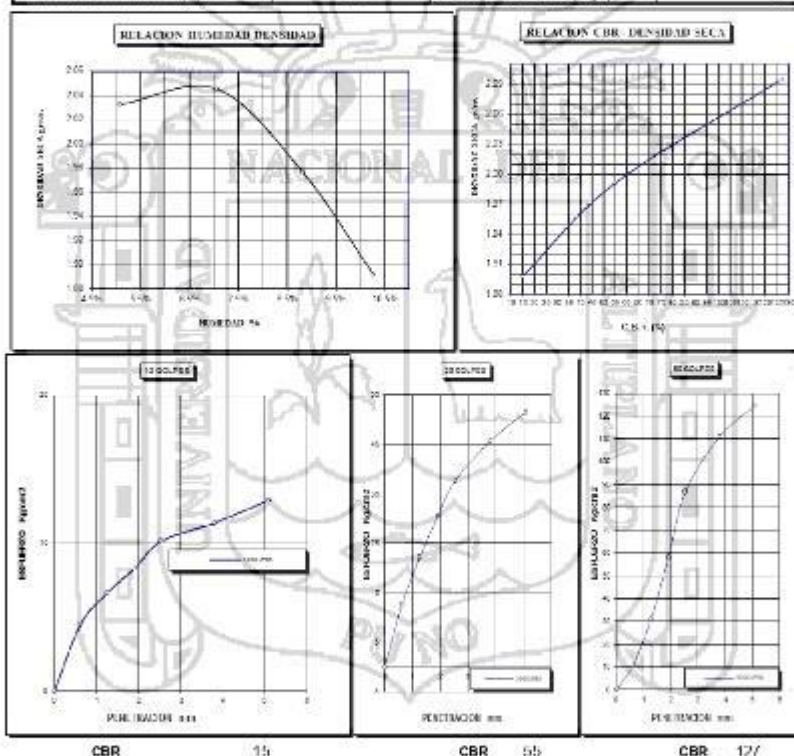
## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                  |                                                                                                                                                 |                          |       |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------|
| ENSAYO REALIZADO                 | CBR                                                                                                                                             |                          |       |
| REALIZADO POR                    | BACH. FREDDY QUESPE SUPO                                                                                                                        |                          |       |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO           | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                  |                          |       |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO        | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO APTOS CON DESECHOS DE POLICLORURO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CARA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |                          |       |
| CANTERA                          | SALCEDO                                                                                                                                         |                          |       |
| % DE PVC RET. N° 10 Y PAS. N° 60 | 360                                                                                                                                             |                          |       |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO      | FEBRERO DE 2014                                                                                                                                 |                          |       |
| METODO DE COMPACTACIÓN           | A) usado: manual pasante tamiz N° 40                                                                                                            |                          |       |
| DENSIDAD SECA MÁXIMA             | 2.00 g/cm <sup>3</sup>                                                                                                                          | HUMEDAD ÓPTIMA           | 6.75% |
| CBR AL 100% DE M.D.S. (%)        | 127                                                                                                                                             | CBR AL 95% DE M.D.S. (%) | 35    |





## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



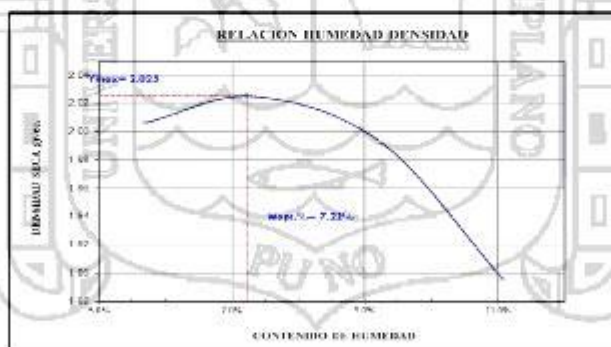
### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                     |                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO:                   | PROCTOR MODIFICADO                                                                                                                              |
| REALIZADO POR:                      | BACH. FREDDY QUESPE SUYO                                                                                                                        |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO:             | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                  |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:          | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO APTOS CON RESIDUOS DE POLICARBATO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CAPA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA:                            | SALCEDO                                                                                                                                         |
| 8% DE PVC RET. N° 10 Y PAS N° 4 (g) | 3.480                                                                                                                                           |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO:        | ABRIL DEL 2011                                                                                                                                  |
| METODO DE COMPACTACIÓN:             | A NÚMERO DE CAPAS: 05 y NÚMERO DE GOLPES POR CAPA: 50                                                                                           |

|                           |                 |         |         |         |         |
|---------------------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| VOLUMEN DEL MOLDE         | cm <sup>3</sup> | 2122.99 | 2122.99 | 2122.99 | 2122.99 |
| Peso Suelo Húmedo - Molde | gr              | 10593   | 10611   | 10619   | 10468   |
| Peso del Molde            | gr              | 8938    | 8938    | 8938    | 8938    |
| Peso del Suelo Húmedo     | gr              | 1655    | 1673    | 1681    | 1530    |
| Densidad del Suelo Húmedo | g/cc            | 2.12    | 2.17    | 2.16    | 2.11    |

|                             |      |       |        |        |        |        |        |        |        |
|-----------------------------|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Capas: No                   | No   | 1     | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      |
| Suelo Húmedo + Capas        | g    | 54.03 | 702.08 | 757.32 | 118.72 | 136.14 | 125.72 | 144.83 | 145.09 |
| Peso del Suelo Seco + Capas | g    | 60.81 | 67.43  | 55.04  | 111.05 | 130.91 | 116.31 | 132.11 | 132.53 |
| Peso del Agua               | g    | 7.22  | 3.65   | 8.28   | 8.67   | 6.23   | 6.91   | 12.72  | 12.56  |
| Peso de la Capas            | g    | 15.79 | 16.27  | 16.29  | 22.21  | 22.10  | 19.51  | 19.45  | 19.54  |
| Peso del Suelo Seco         | g    | 74.02 | 81.19  | 84.75  | 88.45  | 88.88  | 87.32  | 112.83 | 112.04 |
| % de Humedad                | %    | 5.02% | 5.02%  | 7.32%  | 7.88%  | 5.32%  | 5.18%  | 11.27% | 11.23% |
| Promedio de Humedad         | %    | 5.02% | 5.02%  | 7.32%  | 7.88%  | 5.32%  | 5.18%  | 11.27% | 11.23% |
| Densidad del Suelo Seco     | g/cc | 2.006 | 2.006  | 2.006  | 2.006  | 2.006  | 2.006  | 2.006  | 2.006  |

|                      |           |
|----------------------|-----------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA | 2.03 g/cc |
| HUMEDAD OPTIMA       | 7.22%     |







## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                      |                                                                                                                                               |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO                     | CBR                                                                                                                                           |
| REALIZADO POR                        | BACIL FREDDY QUEPE SUPO                                                                                                                       |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO               | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO            | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO APTOS CON DESCHOS DE POLICLOURO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CARA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA                              | SAICHICO                                                                                                                                      |
| SS DE PVC REC. N° 10 Y PAS. N° 4 (2) | 480                                                                                                                                           |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO          | ABRIL DE 2014                                                                                                                                 |
| METODO DE COMPACTACIÓN               | A                                                                                                                                             |

|                           |          |          |          |
|---------------------------|----------|----------|----------|
| MOLDE No                  | 1        | 2        | 3        |
| No DE CAPAS               | 5        | 5        | 5        |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 12       | 20       | 30       |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SAICHICO | SAICHICO | SAICHICO |

|                           |      |         |         |         |
|---------------------------|------|---------|---------|---------|
| Peso Suelo Húmedo + Molde | gr   | 12413   | 11883   | 13065   |
| Peso del Molde            | gr   | 7763    | 6823    | 6118    |
| Peso del Suelo Húmedo     | gr   | 4650    | 4760    | 4948    |
| Volumen del Suelo         | cc   | 2298.81 | 2277.38 | 2281.48 |
| Densidad del Suelo Húmedo | g/cc | 2.023   | 2.090   | 2.168   |

| Capasula No                    |      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|--------------------------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capasula        | gr   | 106.71 | 113.13 | 112.88 | 116.59 | 106.88 | 106.53 |
| Peso del Suelo Seco + Capasula | gr   | 100.99 | 107.19 | 106.56 | 110.46 | 101.11 | 102.82 |
| Peso del Agua                  | gr   | 5.72   | 5.94   | 5.55   | 6.09   | 5.78   | 5.71   |
| Peso de la Capasula            | gr   | 19.67  | 22.26  | 21.21  | 21.93  | 17.79  | 19.48  |
| Peso del Suelo Seco            | gr   | 81.48  | 84.84  | 85.74  | 88.56  | 83.32  | 83.33  |
| % de Humedad                   | %    | 7.03%  | 7.03%  | 6.97%  | 6.97%  | 6.89%  | 6.89%  |
| Promedio de Humedad            | %    | 7.01%  |        | 6.96%  |        | 6.89%  |        |
| Densidad del Suelo Seco        | g/cc | 1.890  |        | 1.955  |        | 2.029  |        |

### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora       | Tiempo | Dial   | Expansión<br>mm % | Dial   | Expansión<br>mm % | Dial   | Expansión<br>mm % |
|------------|------------|--------|--------|-------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|
| 07/04/2014 | 12:00 p.m. | 0 h.   | 17.5   | 0 0               | 19.785 | 0 0               | 16.101 | 0 0               |
| 11/04/2014 | 12:00 p.m. | 96 h.  | 17.425 | -0.075 -0.06      | 19.565 | -0.22 -0.18       | 16.061 | -0.05 -0.04       |

### PENETRACIÓN

| Penetración<br>mm | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No. 1 |       |         |         | MOLDE No. 2 |        |         |         | MOLDE No. 3 |        |         |         |
|-------------------|--------|------------|-------------|-------|---------|---------|-------------|--------|---------|---------|-------------|--------|---------|---------|
|                   |        |            | RN          | Kj    | Kpa/cm² | Consec. | RN          | Kj     | Kpa/cm² | Consec. | RN          | Kj     | Kpa/cm² | Consec. |
| 0.63              | 00:30  |            | 0.03        | 94.8  | 4.8     |         | 3.40        | 346.6  | 17.62   |         | 3.20        | 326.2  | 16.5    |         |
| 1.27              | 01:00  |            | 1.03        | 106.0 | 9.4     |         | 6.81        | 682.3  | 28.94   |         | 7.23        | 737.0  | 37.3    |         |
| 1.91              | 01:30  |            | 2.79        | 264.4 | 14.4    |         | 8.89        | 905.2  | 45.01   |         | 11.05       | 1209.0 | 61.1    |         |
| 2.54              | 02:00  | 70.31      | 3.71        | 370.2 | 19.1    |         | 12.60       | 1284.4 | 64.93   |         | 18.34       | 1859.4 | 94.0    |         |
| 3.81              | 03:00  |            | 5.28        | 538.2 | 27.2    |         | 16.08       | 1637.2 | 82.75   |         | 25.93       | 2606.6 | 131.9   |         |
| 5.09              | 04:00  | 105.00     | 6.53        | 665.7 | 33.6    |         | 18.43       | 1873.8 | 94.97   |         | 31.65       | 3226.4 | 163.1   |         |



## TESIS UNA-PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano



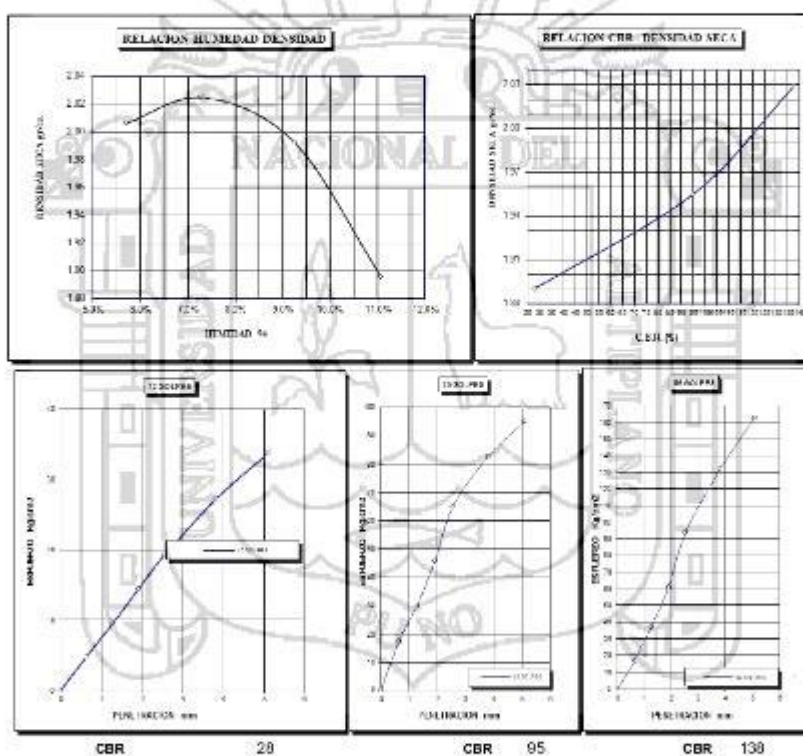
### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



#### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                   |                                                                                                                                                 |                          |       |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------|
| ENSAYO REALIZADO                  | CBR                                                                                                                                             |                          |       |
| REALIZADO POR                     | BACH. FREDDY QUESPE SUPO                                                                                                                        |                          |       |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO            | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                  |                          |       |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO         | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO APTOS CON DESECHOS DE POLICLORURO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CARA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |                          |       |
| CANTERA                           | SALCEDO                                                                                                                                         |                          |       |
| 5% DE PVC RET. N° 10 Y PAS. N° 60 | 450                                                                                                                                             |                          |       |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO       | ABRIL DE 2014                                                                                                                                   |                          |       |
| METODO DE COMPACTACIÓN            | A) usado: manual pasante tamiz N° 45                                                                                                            |                          |       |
| DENSIDAD SECA MÁXIMA              | 2.33 g/cm <sup>3</sup>                                                                                                                          | HUMEDAD ÓPTIMA           | 7.22% |
| CBR AL 100% DE M.D.S. (%)         | 138                                                                                                                                             | CBR AL 95% DE M.D.S. (%) | 63    |





## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



#### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                       |                                                                                                                                             |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO:                     | PROCTOR MODIFICADO                                                                                                                          |
| REALIZADO POR:                        | BACH. FREDDY QUESPE SUPO                                                                                                                    |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO:               | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                              |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:            | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO APTOS CON RESIDUOS DE PULPERO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA CAPA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA:                              | JALIHUAYA                                                                                                                                   |
| 0% DE PVC RET. N° 10 Y PAS. N° 4 (g): | 0                                                                                                                                           |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO:          | MARZO DEL 2014                                                                                                                              |
| METODO DE COMPACTACIÓN:               | C = NÚMERO DE CAPAS: 05 + NÚMERO DE GOLPES POR CAPA: 50                                                                                     |

|                           |                    |         |         |         |         |
|---------------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|
| VOLUMEN DEL MOLDE         | cm <sup>3</sup>    | 2122.99 | 2122.99 | 2122.99 | 2122.99 |
| Peso Suelo Húmedo - Molde | gr                 | 10590   | 10764   | 10946   | 10918   |
| Peso del Molde            | gr                 | 6005    | 6005    | 6005    | 6005    |
| Peso del Suelo Húmedo     | gr                 | 4585    | 4759    | 4941    | 4914    |
| Densidad del Suelo Húmedo | gr/cm <sup>3</sup> | 2.14    | 2.24    | 2.33    | 2.31    |

|                                |    |        |        |        |       |        |        |        |        |
|--------------------------------|----|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Capítulo No                    | No | 1      | 2      | 3      | 4     | 5      | 6      | 7      | 8      |
| Suelo Húmedo - Capítulo        | gr | 524.08 | 518.78 | 513.62 | 49.20 | 408.99 | 421.95 | 428.29 | 433.62 |
| Peso del Suelo Seco - Capítulo | gr | 422.40 | 416.20 | 410.13 | 38.08 | 327.94 | 318.23 | 321.29 | 326.07 |
| Peso del Agua                  | gr | 101.68 | 102.58 | 103.49 | 11.12 | 81.05  | 103.72 | 107.00 | 107.55 |
| Peso de la Quenena             | gr | 24.22  | 18.25  | 20.07  | 16.00 | 18.05  | 15.80  | 21.61  | 22.26  |
| Peso del Suelo Seco            | gr | 400.68 | 397.95 | 390.06 | 22.08 | 309.89 | 292.43 | 309.68 | 303.81 |
| % de Humedad                   | %  | 1.85%  | 2.37%  | 4.32%  | 4.54% | 7.82%  | 4.85%  | 8.62%  | 7.88%  |
| Promedio de Humedad            | %  | 2.12%  |        | 4.42%  |       | 6.22%  |        | 7.69%  |        |
| Densidad del Suelo Seco        | %  | 2.09   |        | 2.13   |       | 2.19   |        | 2.14   |        |

MAXIMA DENSIDAD SECA : 2.19 gr/cm<sup>3</sup>  
HUMEDAD OPTIMA : 6.22%







## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                       |                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO:                     | CBR                                                                                                                                                        |
| REALIZADO POR:                        | BACH. FREDDY QUEPE SUPO                                                                                                                                    |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO:               | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                             |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:            | ESTABILIZACIÓN DE SUPERFICIES NO APÍCEAS CON DESPESOS DE PULVICIONES DE ORNAMENTOS PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CARA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA:                              | JALLIHUAYTA                                                                                                                                                |
| 9% DE PVC RET. N° 10 Y PAS. N° 4 (g): | 0                                                                                                                                                          |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO:          | MARZO DEL 2014                                                                                                                                             |
| METODO DE COMPACTACIÓN:               | C                                                                                                                                                          |

|                            |          |          |          |
|----------------------------|----------|----------|----------|
| MOLDE No:                  | 1        | 2        | 3        |
| No DE CAPAS:               | 5        | 5        | 5        |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA: | 12       | 25       | 58       |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA: | SATURADO | SATURADO | SATURADO |

|                            |        |         |         |         |
|----------------------------|--------|---------|---------|---------|
| Peso Suelo Húmedo - Molde: | gr.    | 11848   | 12376   | 12169   |
| Peso del Molde:            | gr.    | 9089    | 7091    | 6907    |
| Peso del Suelo Húmedo:     | gr.    | 5149    | 5285    | 5262    |
| Volumen del Suelo:         | cc.    | 2282.30 | 2294.35 | 2284.30 |
| Densidad del Suelo Húmedo: | gr/cc. | 2.255   | 2.303   | 2.347   |

|                              |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Capítulo No:                 | No.    | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Suelo Húmedo - Capas:        | gr.    | 114.49 | 135.47 | 142.18 | 117.60 | 125.03 | 111.06 |
| Peso del Suelo Seco - Capas: | gr.    | 108.03 | 124.24 | 126.65 | 111.74 | 118.06 | 105.62 |
| Peso del Agua:               | gr.    | 6.46   | 6.23   | 6.53   | 6.86   | 6.97   | 5.43   |
| Peso de la Capas:            | gr.    | 16.09  | 16.16  | 21.21  | 20.02  | 22.06  | 15.89  |
| Peso del Suelo Seco:         | gr.    | 91.24  | 105.69 | 114.44 | 91.67  | 96.10  | 93.62  |
| % de Humedad:                | %      | 7.08%  | 5.85%  | 5.69%  | 7.39%  | 6.66%  | 5.83%  |
| Promedio de Humedad:         | %      | 6.49%  |        | 6.04%  |        | 6.68%  |        |
| Densidad del Suelo Seco:     | gr/cc. | 2.119  |        | 2.172  |        | 2.204  |        |

### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora       | Tiempo | Día   | Expansión<br>mm % | Día    | Expansión<br>mm % | Día    | Expansión<br>mm % |
|------------|------------|--------|-------|-------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|
| 24/03/2014 | 10:50 a.m. | 0 h.   | 8.102 | 0 0               | 14.51  | 0 0               | 19.025 | 0 0               |
| 25/03/2014 | 10:51 p.m. | 56 h.  | 8.535 | 0.433 0.35        | 14.868 | 0.358 0.28        | 19.564 | 0.54 0.31         |

### PENETRACIÓN

| Penetración<br>mm | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No. 1 |        |        |        | MOLDE No. 2 |        |        |        | MOLDE No. 3 |        |        |        |
|-------------------|--------|------------|-------------|--------|--------|--------|-------------|--------|--------|--------|-------------|--------|--------|--------|
|                   |        |            | KN          | Kg     | Kilom. | Coner. | KN          | Kg     | Kilom. | Coner. | KN          | Kg     | Kilom. | Coner. |
| 0.53              | 00:30  |            | 1.01        | 106.0  | 7.5    |        | 1.81        | 184.5  | 9.33   |        | 1.51        | 163.9  | 7.0    |        |
| 1.27              | 01:00  |            | 2.13        | 217.1  | 11.0   |        | 3.05        | 310.9  | 15.77  |        | 2.54        | 258.9  | 13.1   |        |
| 1.91              | 01:30  |            | 3.46        | 352.7  | 17.8   |        | 4.93        | 502.8  | 25.40  |        | 4.15        | 423.1  | 21.4   |        |
| 2.54              | 02:00  | 70.31      | 5.00        | 509.7  | 25.8   |        | 7.65        | 779.8  | 39.42  |        | 6.55        | 667.7  | 33.8   |        |
| 3.81              | 03:00  |            | 7.79        | 794.1  | 40.1   |        | 10.72       | 1092.8 | 55.24  |        | 10.11       | 1030.6 | 52.1   |        |
| 5.09              | 04:00  | 105.00     | 10.70       | 1090.4 | 55.1   |        | 14.08       | 1435.3 | 72.55  |        | 14.16       | 1443.5 | 73.0   |        |



## TESIS UNA-PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano

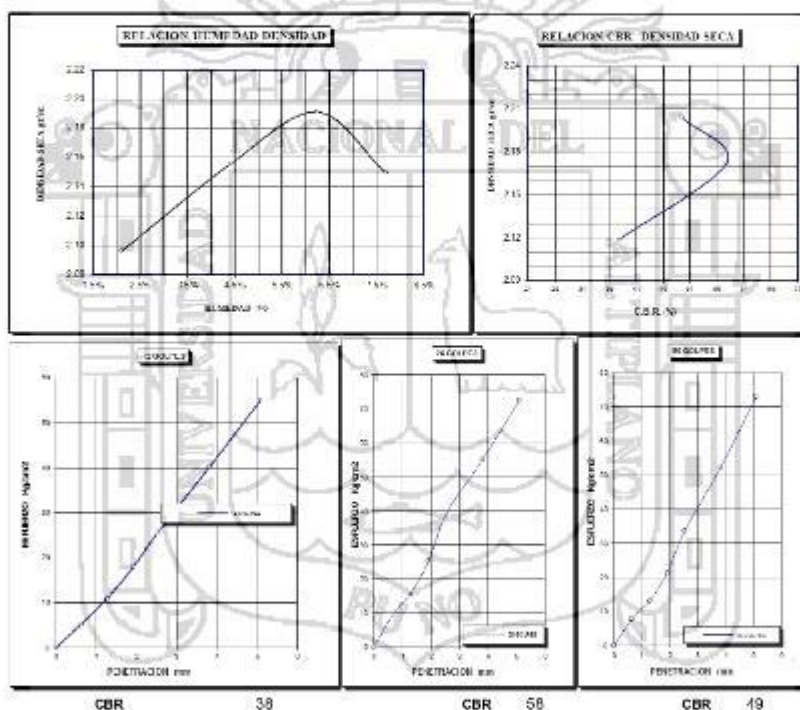


### UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



|                                     |                                                                                                                                                |                        |       |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-------|
| ENSAYO REALIZADO                    | CBR                                                                                                                                            |                        |       |
| REALIZADO POR                       | BACH. FREDDY QUESADA SUPO                                                                                                                      |                        |       |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO              | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                 |                        |       |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO           | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO APTOS CON DESECHOS DE POLICRIURO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CAPA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |                        |       |
| CANTERA                             | JALLIHUAYA                                                                                                                                     |                        |       |
| % DE PVC RET. Nº 10 Y PAS. Nº 4 (g) | 0                                                                                                                                              |                        |       |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO         | MARZO DEL 2014                                                                                                                                 |                        |       |
| MÉTODO DE COMPACTACIÓN              | C                                                                                                                                              |                        |       |
| DENSIDAD SECA MÁXIMA                | 2.19 g/cm <sup>3</sup>                                                                                                                         | HUMEDAD ÓPTIMA         | 6.22% |
| CBR AL 100% DE MD A (%)             | 49                                                                                                                                             | CBR AL 95% DE MD A (%) | 73    |





## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

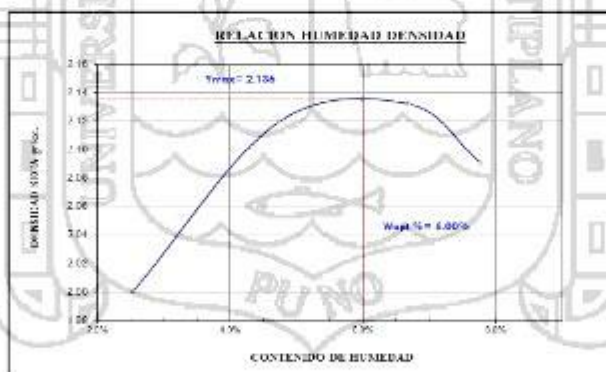


|                                     |                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO                    | PROCTOR MODIFICADO                                                                                                                              |
| REALIZADO POR                       | BACH. FREDDY QUESPE SUYO                                                                                                                        |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO              | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                  |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO           | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO APTOS CON RESIDUOS DE PROCESAMIENTO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONFECCIÓN DE LA CAPA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA                             | JALLI HUAYA                                                                                                                                     |
| 4% DE PVC RET. N° 10 Y PAS N° 4 (g) | 340                                                                                                                                             |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO         | MARZO DEL 2014                                                                                                                                  |
| METODO DE COMPACTACIÓN              | C (NÚMERO DE CAPAS: 05 y NÚMERO DE GOLPES POR CAPA: 50)                                                                                         |

|                           |                 |         |         |         |         |
|---------------------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| VOLUMEN DEL MOLDE         | cm <sup>3</sup> | 2122.99 | 2122.99 | 2122.99 | 2122.99 |
| Peso Suelo Húmedo - Molde | gr.             | 10355   | 10716   | 10833   | 10788   |
| Peso del Molde            | gr.             | 6907    | 6905    | 5803    | 5003    |
| Peso del Suelo Húmedo     | gr/cca          | 4358    | 4713    | 4830    | 4783    |
| Densidad del Suelo Húmedo | gr/cc           | 2.05    | 2.22    | 2.28    | 2.25    |

|                                |     |        |        |        |       |        |        |        |        |
|--------------------------------|-----|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|
| Capas de No                    | No  | 1      | 2      | 3      | 4     | 5      | 6      | 7      | 8      |
| Suelo Húmedo + Capas de        | gr. | 123.25 | 128.92 | 113.58 | 95.74 | 125.21 | 145.92 | 145.19 | 137.53 |
| Peso del Suelo Seco + Capas de | gr. | 120.23 | 124.25 | 109.58 | 91.40 | 121.84 | 120.65 | 120.77 | 128.89 |
| Peso del Agua                  | gr. | 3.02   | 4.67   | 4.00   | 3.82  | 3.37   | 6.70   | 8.69   | 7.90   |
| Peso de la Capas de            | gr. | 10.20  | 21.05  | 19.51  | 15.79 | 13.03  | 22.21  | 22.10  | 21.87  |
| Peso del Suelo Seco            | gr. | 103.97 | 107.25 | 89.07  | 75.61 | 108.81 | 111.28 | 110.67 | 109.67 |
| % de Humedad                   | %   | 2.86%  | 4.32%  | 4.44%  | 5.02% | 2.59%  | 5.01%  | 7.72%  | 7.24%  |
| Promedio de Humedad            | %   | 2.54%  |        | 4.72%  |       | 5.05%  |        | 7.07%  |        |
| Densidad del Suelo Seco        | %   | 2.09   |        | 2.18   |       | 2.13   |        | 2.09   |        |

MAXIMA DENSIDAD SECA : 2.14 gr/cc  
HUMEDAD OPTIMA : 6.00%







## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                    |                                                                                                                                                |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO                   | CBR                                                                                                                                            |
| REALIZADO POR                      | BACIL FREDDY QUEPE SUPO                                                                                                                        |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO             | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                 |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO          | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO APTOS CON DESECHOS DE POLICLOURO DE VENILO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CAPA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA                            | JALLIHUAYA                                                                                                                                     |
| PM DE PVC RET N° 10 Y PAS N° 4 (2) | 240                                                                                                                                            |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO        | MARZO DE 2014                                                                                                                                  |
| MÉTODO DE COMPACTACIÓN             | C                                                                                                                                              |

|                           |          |          |          |
|---------------------------|----------|----------|----------|
| MOLDE No                  | 1        | 2        | 3        |
| No DE CAPAS               | 5        | 5        | 5        |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 12       | 25       | 36       |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SATURADO | SATURADO | SATURADO |

|                           |      |         |         |         |
|---------------------------|------|---------|---------|---------|
| Peso Suelo Húmedo + Molde | gr   | 12751   | 12864   | 13111   |
| Peso del Molde            | gr   | 7805    | 7882    | 7325    |
| Peso del Suelo Húmedo     | gr   | 4946    | 5112    | 5186    |
| Volumen del Suelo         | cc   | 2284.20 | 2289.32 | 2271.31 |
| Densidad del Suelo Húmedo | g/cc | 2.167   | 2.250   | 2.283   |

|                                |      |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Capas No                       | No   | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Suelo Húmedo + Capas No        | gr   | 142.25 | 125.01 | 126.14 | 132.54 | 125.43 | 136.21 |
| Peso del Suelo Seco + Capas No | gr   | 135.86 | 118.95 | 120.03 | 125.30 | 120.10 | 130.20 |
| Peso del Agua                  | gr   | 6.39   | 6.06   | 6.11   | 7.24   | 5.33   | 6.01   |
| Peso de la Capas No            | gr   | 22.22  | 19.51  | 16.35  | 15.75  | 21.91  | 22.11  |
| Peso del Suelo Seco            | gr   | 113.64 | 99.44  | 103.77 | 109.55 | 98.19  | 106.13 |
| % de Humedad                   | %    | 5.67%  | 6.08%  | 5.89%  | 6.61%  | 5.33%  | 5.70%  |
| Promedio de Humedad            | %    | 5.86%  |        | 6.25%  |        | 6.47%  |        |
| Densidad del Suelo Seco        | g/cc | 2.047  |        | 2.120  |        | 2.165  |        |

### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora       | Tiempo | Ual   | Expansión<br>mm % | Ual   | Expansión<br>mm % | Ual    | Expansión<br>mm % |
|------------|------------|--------|-------|-------------------|-------|-------------------|--------|-------------------|
| 20/03/2014 | 11:27 p.m. | 0 h    | 13.84 | 0 0               | 8.875 | 0 0               | 10.13  | 0 0               |
| 01/04/2014 | 11:20 p.m. | 96 h   | 13.09 | 0.06 0.06         | 8.822 | 0.06 0.06         | 10.110 | 0.01 0.01         |

### PENETRACIÓN

| Penetración<br>mm | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No 1 |        |        |        | MOLDE No 2 |        |        |        | MOLDE No 3 |        |        |        |
|-------------------|--------|------------|------------|--------|--------|--------|------------|--------|--------|--------|------------|--------|--------|--------|
|                   |        |            | Ks         | Kg     | Kg/cm² | Correc | Ks         | Kg     | Kg/cm² | Correc | Ks         | Kg     | Kg/cm² | Correc |
| 0.63              | 00:30  |            | 1.44       | 140.8  | 7.4    |        | 2.54       | 253.9  | 13.09  |        | 2.09       | 213.1  | 10.6   |        |
| 1.27              | 01:00  |            | 2.87       | 282.5  | 14.5   |        | 4.56       | 454.8  | 23.52  |        | 4.23       | 421.2  | 21.6   |        |
| 1.91              | 01:30  |            | 4.78       | 487.3  | 24.6   |        | 7.80       | 795.1  | 40.19  |        | 6.86       | 699.3  | 35.3   |        |
| 2.54              | 02:00  | 70.31      | 6.79       | 662.2  | 35.0   |        | 12.07      | 1230.4 | 62.20  |        | 11.20      | 1141.7 | 57.7   |        |
| 3.81              | 03:00  |            | 9.65       | 963.7  | 49.7   |        | 17.72      | 1806.4 | 91.31  |        | 17.49      | 1762.9 | 90.1   |        |
| 5.08              | 04:00  | 105.00     | 12.14      | 1237.6 | 62.6   |        | 23.49      | 2394.6 | 121.54 |        | 23.24      | 2369.1 | 119.8  |        |



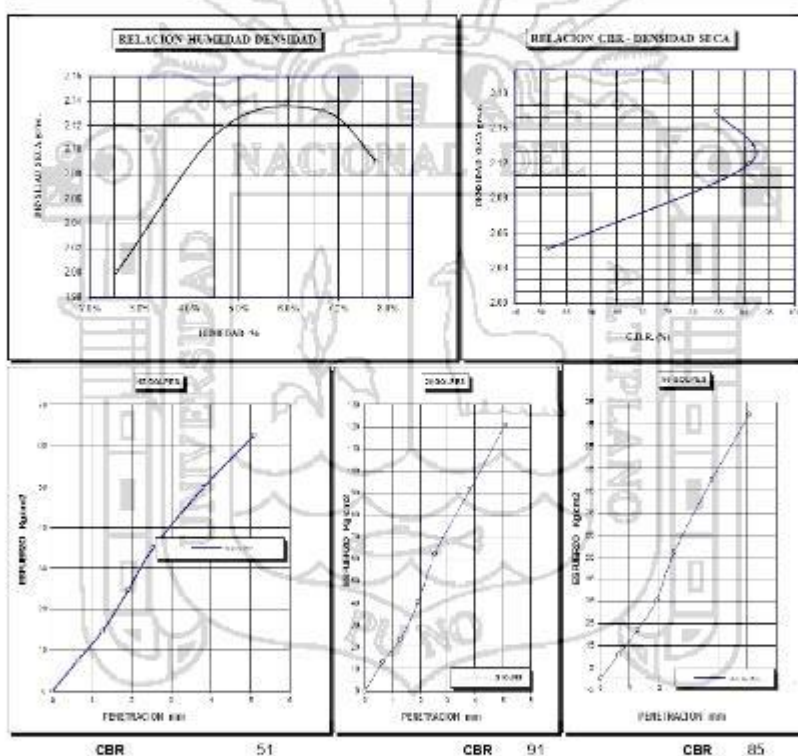
## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                      |                                                                                                                                                 |                          |       |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------|
| ENSAYO REALIZADO                     | CBR                                                                                                                                             |                          |       |
| REALIZADO POR                        | BACH. FREDDY QUESPE SUPO                                                                                                                        |                          |       |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO               | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                  |                          |       |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO            | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO APTOS CON DESECHOS DE POLICLORURO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CAPA BASE Y SUB-BASE DE PAVIMENTOS |                          |       |
| CANTERA                              | JALJINHUAYA                                                                                                                                     |                          |       |
| 6% DE PVC RET. N° 10 Y PAS N° 4 (g)  | 240                                                                                                                                             |                          |       |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO          | MARZO DE 2014                                                                                                                                   |                          |       |
| METODO DE COMPACTACIÓN               | C                                                                                                                                               |                          |       |
| DENSIDAD SECA MÁXIMA                 | 2.14 g/cm <sup>3</sup>                                                                                                                          | HUMEDAD ÓPTIMA           | 6.00% |
| CBR AL 100% DE SLD <sub>20</sub> (%) | 85                                                                                                                                              | CBR AL 95% DE M.D.S. (%) | 41    |



### TESIS UNA-PUNO



Universidad  
Nacional del  
Altiplano



## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                      |                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO:                    | PROCTOR MODIFICADO                                                                                                                              |
| REALIZADO POR:                       | EACLI FREDDY QUISPE SUPO                                                                                                                        |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO:              | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                  |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:           | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO APTOS CON DESECHOS DE POLICLORURO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CAPA BASE Y SUB-BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA:                             | JALLIHUAYA                                                                                                                                      |
| 4% DE PVC RET. Nº 10 Y PAS Nº 4 (g): | 380                                                                                                                                             |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO:         | ABRIL DEL 2014                                                                                                                                  |
| METODO DE COMPACTACIÓN:              | C = NÚMERO DE CAPAS: 05 + NÚMERO DE GOLPES POR CAPA: 50                                                                                         |

|                           |                 |         |         |         |         |
|---------------------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| VOLUMEN DEL MOLDE         | cm <sup>3</sup> | 2122.99 | 2122.99 | 2122.99 | 2122.99 |
| Peso Suelo Húmedo + Molde | gr              | 10307   | 10548   | 10763   | 10743   |
| Peso del Molde            | gr              | 6939    | 6939    | 6939    | 6939    |
| Peso del Suelo Húmedo     | gr/100          | 4368    | 4609    | 4824    | 4804    |
| Densidad del Suelo Húmedo | gr/cc           | 2.03    | 2.14    | 2.27    | 2.25    |

|                               |     |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-------------------------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Capsula No.                   | No. | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      |
| Suelo Húmedo + Capsula        | gr  | 528.08 | 527.90 | 525.52 | 520.82 | 520.95 | 527.44 | 547.98 | 548.48 |
| Peso del Suelo Seco + Capsula | gr  | 527.28 | 524.01 | 520.85 | 518.80 | 520.28 | 521.81 | 538.01 | 545.03 |
| Peso del Agua                 | gr  | 2.58   | 2.99   | 4.67   | 3.82   | 0.67   | 5.63   | 9.97   | 3.45   |
| Peso de la Capsula            | gr  | 22.01  | 22.35  | 19.32  | 17.79  | 14.45  | 19.62  | 24.24  | 24.50  |
| Peso del Suelo Seco           | gr  | 103.21 | 102.66 | 101.53 | 101.01 | 107.75 | 102.19 | 117.77 | 115.16 |
| % de Humedad                  | %   | 2.51%  | 2.92%  | 4.61%  | 3.72%  | 0.10%  | 5.50%  | 8.59%  | 3.00%  |
| Promedio de Humedad           | %   | 2.71%  |        | 4.69%  |        | 0.10%  |        | 7.09%  |        |
| Densidad del Suelo Seco       | %   | 1.875  |        | 2.047  |        | 2.116  |        | 2.881  |        |

MAXIMA DENSIDAD SECA : 2.12 gr/cc  
HUMEDAD OPTIMA : 5.93%







## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                       |                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO:                     | CBR                                                                                                                                             |
| REALIZADO POR:                        | RACH FREDDY QUESPE SUPO                                                                                                                         |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO:               | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                  |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:            | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO AFITOS CON DEREGUOS DE POLICLOURO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CARA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA:                              | JALLIHUAYA                                                                                                                                      |
| 6% DE PVC RET. N° 10 Y PAS. N° 4 (g): | 360                                                                                                                                             |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO:          | ABRIL 10, 2014                                                                                                                                  |
| METODO DE COMPACTACIÓN:               | C                                                                                                                                               |

|                           |          |          |          |
|---------------------------|----------|----------|----------|
| MOLDE No                  | 1        | 2        | 3        |
| No DE CAPAS               | 5        | 5        | 5        |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 12       | 25       | 50       |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SATURADO | SATURADO | SATURADO |

|                            |      |         |         |         |
|----------------------------|------|---------|---------|---------|
| Peso Suelo Húmedo + Molde: | gr   | 12609   | 12205   | 13065   |
| Peso del Molde:            | gr   | 7805    | 7883    | 7925    |
| Peso del Suelo Húmedo:     | gr   | 4804    | 4322    | 5140    |
| Volumen del Suelo:         | cc   | 2284.33 | 2280.32 | 2271.31 |
| Densidad del Suelo Húmedo: | g/cc | 2.138   | 2.222   | 2.263   |

|                                |      |        |        |        |        |        |        |
|--------------------------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Capítulo No                    | No   | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Suelo Húmedo + Capitulo        | gr   | 120.88 | 118.14 | 112.60 | 112.67 | 110.00 | 140.00 |
| Peso del Suelo Seco + Capitulo | gr   | 121.91 | 111.32 | 105.78 | 106.60 | 104.39 | 138.35 |
| Peso del Agua:                 | gr   | 5.97   | 6.25   | 7.02   | 6.07   | 5.41   | 5.74   |
| Peso de la Capitulo            | gr   | 19.51  | 19.52  | 16.60  | 16.28  | 19.74  | 22.01  |
| Peso del Suelo Seco:           | gr   | 102.40 | 92.40  | 89.18  | 90.32  | 84.65  | 116.34 |
| % de Humedad:                  | %    | 8.42%  | 8.78%  | 7.07%  | 8.72%  | 7.50%  | 5.98%  |
| Promedio de Humedad:           | %    | 8.09%  |        | 7.30%  |        | 6.68%  |        |
| Densidad del Suelo Seco:       | g/cc | 2.008  |        | 2.071  |        | 2.121  |        |

### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora       | Tiempo | Dist  | Expansión  | Dist   | Expansión  | Dist   | Expansión  |
|------------|------------|--------|-------|------------|--------|------------|--------|------------|
|            |            |        |       | mm %       |        | mm %       |        | mm %       |
| 05/04/2014 | 12:17 p.m. | 0 h    | 7.694 | 0 0        | 13.450 | 0 0        | 13.691 | 0 0        |
| 12/04/2014 | 12:17 p.m. | 96 h   | 7.273 | 0.421 0.33 | 14.18  | 0.882 0.55 | 14.42  | 0.789 0.64 |

### PENETRACIÓN

| Penetración | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No 1                      | MOLDE No 2                      | MOLDE No 3                      |
|-------------|--------|------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| mm          |        |            | KN Kg Kg/cm <sup>2</sup> Correc | KN Kg Kg/cm <sup>2</sup> Correc | KN Kg Kg/cm <sup>2</sup> Correc |
| 0.83        | 00:30  |            | 1.13 115.2 9.8                  | 2.91 295.5 14.99                | 2.38 242.6 12.5                 |
| 1.27        | 01:00  |            | 2.160 315.9 12.9                | 5.36 545.4 27.06                | 5.28 538.2 27.1                 |
| 1.91        | 01:30  |            | 4.75 484.2 24.5                 | 8.56 872.6 44.11                | 8.45 861.4 43.5                 |
| 2.94        | 02:00  | 70.31      | 8.80 882.0 34.5                 | 13.03 1328.3 67.14              | 13.03 1328.2 67.0               |
| 3.81        | 03:00  |            | 8.86 913.4 46.2                 | 19.33 1960.6 98.01              | 20.81 2099.6 104.9              |
| 5.09        | 04:00  | 105.00     | 11.67 1189.6 60.1               | 25.62 2612.7 132.07             | 25.04 2536.1 126.3              |



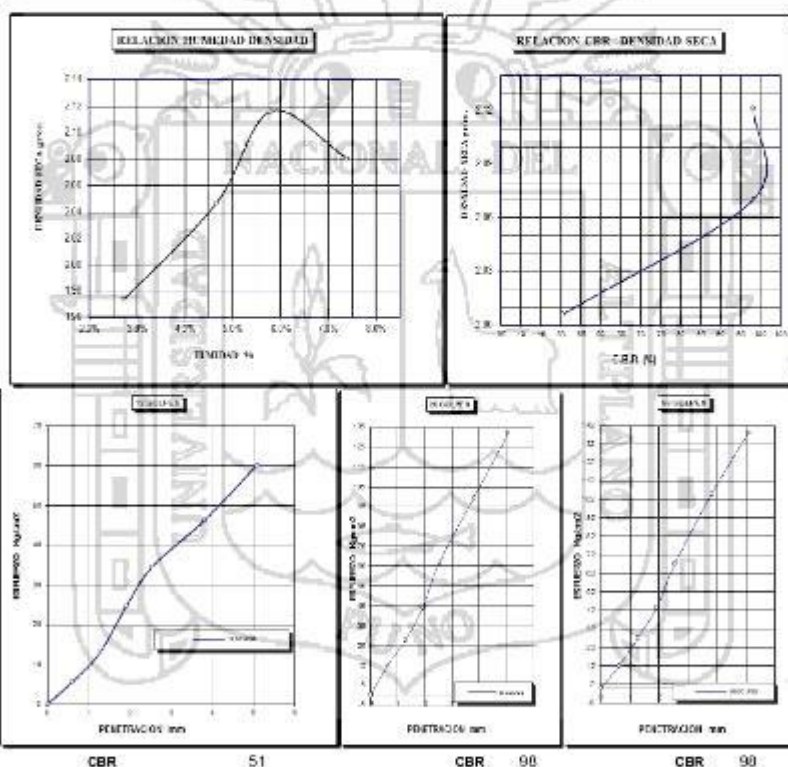
## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                      |                                                                                                                                              |                          |       |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------|
| ENSAYO REALIZADO                     | CBR                                                                                                                                          |                          |       |
| REALIZADO POR                        | BACH. FREDDY QUEPESUPO                                                                                                                       |                          |       |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO               | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                               |                          |       |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO            | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO ARIOS CON DISEÑOS DE POLIÉTERO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CARA BASE Y SUS BASE DE PAVIMENTOS |                          |       |
| CANTERA                              | JALLIHUAYA                                                                                                                                   |                          |       |
| 5% DE PVC RET. N° 10 Y PAS. N° 4 (g) | 360                                                                                                                                          |                          |       |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO          | ABRIL DE 2014                                                                                                                                |                          |       |
| METODO DE COMPACTACIÓN               | C                                                                                                                                            |                          |       |
| DENSIDAD SECA MÁXIMA                 | 2.12 g/cm <sup>3</sup>                                                                                                                       | HUMEDAD ÓPTIMA           | 5.50% |
| CBR AL 100% DE M.D.S. (%)            | 98                                                                                                                                           | CBR AL 95% DE M.D.S. (%) | 64    |





## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                      |                                                                                                                                                |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO:                    | PROCTOR MODIFICADO                                                                                                                             |
| REALIZADO POR:                       | BACH. FREDDY QUESPE SUYO                                                                                                                       |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO:              | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                 |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO:           | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO AUTOS CON DISEÑOS DE PAVIMENTOS DE VINCULO PARA SU USO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA CARA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA:                             | JALILHUAYA                                                                                                                                     |
| 8% DE PVC RET. N° 10 Y PAS N° 4 (g): | 490                                                                                                                                            |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO:         | ABRIL DEL 2014                                                                                                                                 |
| METODO DE COMPACTACIÓN:              | C (NÚMERO DE CAPAS 05 + NÚMERO DE GOLPES POR CAPA 50)                                                                                          |

|                            |                 |         |         |         |         |
|----------------------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| VOLUMEN DEL MOLDE:         | cm <sup>3</sup> | 2122.55 | 2122.55 | 2122.55 | 2122.55 |
| Peso Suelo Húmedo + Molde: | gr.             | 10192   | 10475   | 10702   | 10701   |
| Peso del Molde:            | gr.             | 5239    | 5239    | 5239    | 5239    |
| Peso del Suelo Húmedo:     | gr.             | 4953    | 5236    | 5463    | 5462    |
| Densidad del Suelo Húmedo: | g/cc            | 1.50    | 2.11    | 2.72    | 2.71    |

|                                 |      |        |        |        |        |        |        |        |        |
|---------------------------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Capítulo No:                    | No.  | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      |
| Suelo Húmedo + Capitulo:        | gr.  | 183.21 | 191.40 | 198.60 | 182.50 | 117.55 | 118.03 | 177.00 | 215.70 |
| Peso del Suelo Seco + Capitulo: | gr.  | 179.44 | 191.48 | 182.17 | 177.40 | 112.45 | 112.40 | 167.72 | 202.00 |
| Peso del Agua:                  | gr.  | 3.77   | 9.91   | 6.70   | 5.60   | 5.11   | 5.63   | 10.27  | 13.70  |
| Peso de la Capitulo:            | gr.  | 21.20  | 20.03  | 27.22  | 21.91  | 19.80  | 19.94  | 21.10  | 30.59  |
| Peso del Suelo Seco:            | gr.  | 158.06 | 158.40 | 155.85 | 145.49 | 92.65  | 92.88  | 136.62 | 171.81 |
| % de Humedad:                   | %    | 2.35%  | 2.53%  | 4.35%  | 3.82%  | 5.38%  | 6.08%  | 7.46%  | 8.28%  |
| Promedio de Humedad:            | %    | 2.54%  |        |        |        |        |        |        |        |
| Densidad del Suelo Seco:        | g/cc | 1.606  |        |        |        |        |        |        |        |

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| MAXIMA DENSIDAD SECA : | 2.10 g/cc |
| HUMEDAD OPTIMA :       | 5.88%     |







## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                 |                                                                                                                                                |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ENSAYO REALIZADO                | CBR                                                                                                                                            |
| REALIZADO POR                   | BACII, FREDDY QUEPE SUPO                                                                                                                       |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO          | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                 |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO       | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS NO APTOS CON DESechos DE POLICLOURO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CARA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |
| CANTERA                         | LALLIHUAYA                                                                                                                                     |
| % DE PVC RET. N° 10 Y PAS N° 40 | 480                                                                                                                                            |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO     | ABRIL DE 2014                                                                                                                                  |
| MÉTODO DE COMPACTACIÓN          | C                                                                                                                                              |

|                           |          |          |          |
|---------------------------|----------|----------|----------|
| MOLDE No                  | 1        | 2        | 3        |
| No DE CAPAS               | 5        | 5        | 5        |
| NUMERO DE GOLPES POR CAPA | 12       | 25       | 56       |
| CONDICIONES DE LA MUESTRA | SATURADO | SATURADO | SATURADO |

|                           |      |         |         |         |
|---------------------------|------|---------|---------|---------|
| Peso Suelo Húmedo + Molde | gr   | 12018   | 11523   | 11505   |
| Peso del Molde            | gr   | 7108    | 6802    | 6907    |
| Peso del Suelo Húmedo     | gr   | 4910    | 4721    | 4598    |
| Volumen del Suelo         | cc   | 2282.30 | 2284.35 | 2284.30 |
| Densidad del Suelo Húmedo | g/cc | 2.157   | 2.188   | 2.232   |

| Capas No                    |      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
|-----------------------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Suelo Humedo + Capas        | gr   | 109.27 | 134.57 | 126.17 | 130.92 | 115.45 | 142.43 |
| Peso del Suelo Seco + Capas | gr   | 102.11 | 127.43 | 119.26 | 123.98 | 109.57 | 134.93 |
| Peso del Agua               | gr   | 7.16   | 7.14   | 6.91   | 6.94   | 5.88   | 7.50   |
| Peso de la Capas            | gr   | 12.97  | 15.06  | 14.77  | 21.93  | 21.81  | 21.80  |
| Peso del Suelo Seco         | gr   | 18.14  | 113.01 | 101.49 | 101.90 | 101.14 | 113.11 |
| % de Humedad                | %    | 8.03%  | 6.63%  | 6.07%  | 6.38%  | 6.66%  | 6.60%  |
| Promedio de Humedad         | %    | 7.33%  |        | 6.80%  |        | 6.65%  |        |
| Densidad del Suelo Seco     | g/cc | 1.973  |        | 2.093  |        | 2.093  |        |

### EXPANSIÓN

| Fecha      | Hora       | Tiempo | Dial   | Expansión | Dial   | Expansión | Dial   | Expansión |
|------------|------------|--------|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|
|            |            |        |        | mm        |        | mm        |        | mm        |
| 08/04/2014 | 12:28 p.m. | 0 h.   | 11.874 | 0         | 18.342 | 0         | 14.262 | 0         |
| 10/04/2014 | 12:28 p.m. | 96 h.  | 11.855 | -0.019    | 18.31  | -0.03     | 14.231 | -0.02     |

### PENETRACIÓN

| Penetración<br>mm | Tiempo | Carga Est. | MOLDE No 1 |        |        |       | MOLDE No 2 |        |        |        | MOLDE No 3 |    |        |    |
|-------------------|--------|------------|------------|--------|--------|-------|------------|--------|--------|--------|------------|----|--------|----|
|                   |        |            | KN         | Kg     | Kg/cm² | mm    | KN         | Kg     | Kg/cm² | mm     | KN         | Kg | Kg/cm² | mm |
| 0.63              | 00:30  |            | 1.25       | 180.4  | 16.5   | 3.17  | 323.1      | 16.11  | 2.40   | 264.7  | 12.4       |    |        |    |
| 1.27              | 01:00  |            | 2.61       | 369.1  | 13.8   | 5.70  | 581.1      | 21.37  | 4.65   | 471.0  | 24.0       |    |        |    |
| 1.91              | 01:30  |            | 4.31       | 439.4  | 22.2   | 9.50  | 963.4      | 48.95  | 8.13   | 828.8  | 41.9       |    |        |    |
| 2.54              | 02:00  | 70.31      | 5.73       | 584.1  | 25.5   | 14.55 | 1484.2     | 75.03  | 12.51  | 1275.3 | 64.5       |    |        |    |
| 3.81              | 03:00  |            | 8.86       | 903.2  | 45.7   | 20.92 | 2132.6     | 107.60 | 19.29  | 1966.4 | 96.4       |    |        |    |
| 5.09              | 04:00  | 105.00     | 12.05      | 1236.4 | 62.1   | 26.04 | 2654.5     | 130.18 | 26.79  | 2731.0 | 138.0      |    |        |    |



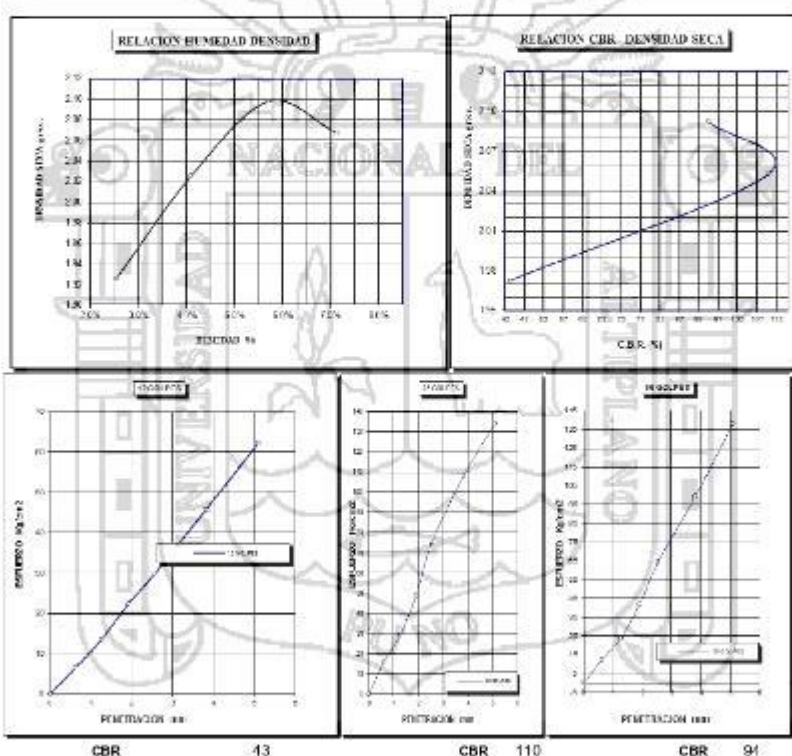
## UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



### REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO

|                                     |                                                                                                                                                 |                          |       |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------|
| ENSAYO REALIZADO                    | CBR                                                                                                                                             |                          |       |
| REALIZADO POR                       | BACH. FREDDY QUESPE SUPO                                                                                                                        |                          |       |
| UBICACIÓN DEL PROYECTO              | PROVINCIA PUNO - DISTRITO PUNO                                                                                                                  |                          |       |
| DENOMINACIÓN DEL PROYECTO           | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS MO APTOS CON DESECHOS DE POLICLORURO DE VINILO PARA SU USO EN LA CONFORMACIÓN DE LA CAPA BASE Y SUB BASE DE PAVIMENTOS |                          |       |
| CANTERA                             | JALJINHUAYA                                                                                                                                     |                          |       |
| % DE PVC RET. N° 10 Y PAS. N° 4 (g) | 480                                                                                                                                             |                          |       |
| FECHA DE REALIZACIÓN ENSAYO         | ABRIL DE 2014                                                                                                                                   |                          |       |
| METODO DE COMPACTACIÓN              | C                                                                                                                                               |                          |       |
| DENSIDAD SECA MÁXIMA                | 2.10 g/cm <sup>3</sup>                                                                                                                          | HUMEDAD ÓPTIMA           | 5.60% |
| CBR AL 100% DE SLD. (%)             | 94                                                                                                                                              | CBR AL 95% DE M.D.S. (%) | 81    |





| UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ |                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ficha de recolección de datos               |                                                                                                                                           |
| Tesis:                                      | ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024 |
| Tesista:                                    | Bach. EDWIN RONAL CONDORI MAMANI                                                                                                          |
| Asesor:                                     | Dr. EFRAIN PARILLO SOSA                                                                                                                   |

|                        |                                                                                                                                                            |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Título:                | ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE CON APLICACIÓN DE CAL Y CENIZA DE CÁSCARA DE QUINUA EN EL DISTRITO DE SAN MIGUEL, SAN ROMÁN PUNO |
| Código:                | E-10                                                                                                                                                       |
| Ubicación:             | Chimbote                                                                                                                                                   |
| Agente Estabilizador   | Residuos de lubricantes                                                                                                                                    |
| Tipo de Estabilización | Química no tradicional                                                                                                                                     |

| Muestra                                                 | Limite Liquido (%) | Limite Plástico (%) | Índice de Plasticidad (%) | Contenido Optimo de Humedad (%) | Máxima Densidad Seca (gr/cm3) | CBR 0.1" al 100% |
|---------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------|
| Sin Adicion                                             | 27.46              | 19.18               | 8.29                      | 0.71                            | 2.17                          | 48.04            |
| Con adicion con Residuos de Lubricante Vehicular (4.5%) | 28.42              | 20.43               | 7.99                      | 11.2                            | 2.25                          | 68.69            |

| Autor                                    | Supervisor |
|------------------------------------------|------------|
| Firma:                                   | Firma:     |
| Nombre: Bach. EDWIN RONAL CONDORI MAMANI | Nombre:    |





**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE  
SUBRASANTE CON APLICACIÓN DE CAL Y CENIZA  
DE CÁSCARA DE QUINUA EN EL DISTRITO  
DE SAN MIGUEL, SAN ROMÁN PUNO**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. DIMAR ENRIQUE FLORES CALLA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**JULIACA - PERÚ**

**2024**



| UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ |                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ficha de recolección de datos               |                                                                                                                                           |
| Tesis:                                      | ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024 |
| Tesista:                                    | Bach. EDWIN RONAL CONDORI MAMANI                                                                                                          |
| Asesor:                                     | Dr. EFRAIN PARILLO SOSA                                                                                                                   |

|                        |                                                                                                                                                             |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Título:                | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE BAJA CAPACIDAD SOPORTE PARA INCREMENTAR EL VALOR DE CBR EN TROCHA CARROZABLE ADICIONANDO CENIZA VOLATIL DE TOTORA, PUNO, 2023 |
| Código:                | E-11                                                                                                                                                        |
| Ubicación:             | Puno                                                                                                                                                        |
| Agente Estabilizador   | Ceniza volátil de totora                                                                                                                                    |
| Tipo de Estabilización | Química no tradicional                                                                                                                                      |

| Muestra                                        | Limite Liquido (%) | Limite Plástico (%) | Índice de Plasticidad (%) | Contenido Optimo de Humedad (%) | Máxima Densidad Seca (gr/cm3) | CBR 0.1" al 100% |
|------------------------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------|
| Sin adición                                    | 35                 | 20                  | 15                        | 17.33                           | 1.672                         | 7.2              |
| Con adición con Ceniza volátil de Totora (16%) | 33                 | 24                  | 9                         | 16.55                           | 1.719                         | 18.1             |

| Autor                                    | Supervisor |
|------------------------------------------|------------|
| Firma:                                   | Firma:     |
| Nombre: Bach. EDWIN RONAL CONDORI MAMANI | Nombre:    |



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN**

REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
DE LA UANCV

### FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE BAJA CAPACIDAD SOPORTE PARA  
INCREMENTAR EL VALOR DE CBR EN TROCHA CARROZABLE ADICIONANDO  
CENIZA VOLATIL DE TOTORA, PUNO, 2023

**Línea de investigación:**

**Seguridad vial e infraestructura de transporte**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil

**Autor:**

Curo Leon, Jose Luis

**Asesor:**

Aybar Arriola, Gustavo Adolfo

ORCID: 0000-0001-8625-3989

**Jurado:**

Arevalo Vidal, Samir Augusto

Ayquipa Quispe, Evelyn Estefany

Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique

**Lima - Perú**

**2024**

RECONOCIMIENTO - NO COMERCIAL - SIN OBRA DERIVADA  
(CC BY-NC-ND)







## ANEXO 1 FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

### AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 30/04/2026

#### 1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: EDWIN RONAL CONDORI MAMANI

Dirección: Psj. Pachacutec Prolong. Los incas Mz.p lt .01

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 48207757

Teléfono: 968612264 email: ronalcondori21702089@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐

Título: ANÁLISIS COMPARATIVO DE ESTABILIZACIÓN QUÍMICA TRADICIONAL Y NO  
TRADICIONAL EMPLEADAS PARA SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN JULIACA 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): Estabilización Química, Subrasante, CBR

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1,2</sup>?

1, 2

<sup>1</sup> Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

<sup>2</sup> Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.





## 2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Título ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

## 3. Licencias:

### a) Licencia estándar:

**Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.**

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

**Autorizo su publicación (marque con una X)**

- ☒ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- ☐ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): \_\_\_\_\_
- ☐ No autorizo.

### b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Sí usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

**¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

**Sí:** significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

**No:** significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- ☐ Sí autorizo
- ☒ No autorizo



## Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.



Internacional



Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17

Firma de Autor



huella digital

30 – ABRIL – 2026

Fecha